



UNICAMP

PEDRO XAVIER RODRIGUEZ MASSAGUER

**“PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO
NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO”**

CAMPINAS

2013



NÚMERO: 284 /2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

PEDRO XAVIER RODRIGUEZ MASSAGUER

**PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO NO
SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO LUIZ MONTEIRO SALLES-FILHO

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO PEDRO XAVIER RODRIGUEZ MASSAGUER
E ORIENTADO PELO PROF. DR. SÉRGIO LUIZ MONTEIRO SALLES-FILHO**

Campinas - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNICAMP

M382p Massaguer, Pedro Xavier Rodriguez, 1980-
Perspectivas para a pesquisa, desenvolvimento &
inovação no setor elétrico brasileiro / Pedro Xavier
Rodriguez Massaguer. - Campinas, SP.: [s.n.], 2013.

Orientador: Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências.

1. Setor elétrico. 2. Inovação. 3. Pesquisa e
desenvolvimento. 4. Estratégias. I. Salles Filho,
Sérgio, 1959- II. Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Geociências III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: Prospects for research, development & innovation in Brazilian power sector.

Palavras-chaves em inglês:

Power sector

Innovation

Research and development

Strategies

Área de concentração: PC&T – Política Científica e Tecnológica

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora:

Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho (Orientador)

Adriana Bin

Renato de Castro Garcia

Data da defesa: 28-02-2013

Programa de Pós-graduação em: Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTOR: Pedro Xavier Rodriguez Massaguer

**“PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO NO SETOR
ELÉTRICO BRASILEIRO”.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho

Aprovada em: 28 / 02 / 2013

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho

Presidente

Profa. Dra. Adriana Bin

Prof. Dr. Renato de Castro Garcia

Campinas, 28 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

Sempre me impressionou ler os agradecimentos das dissertações e teses, em especial, o cuidado de seus autores em destacar ser impossível mencionar todos aqueles que foram fundamentais para a realização daquele projeto. Agora que me vejo responsável por essa tarefa, consigo compartilhar um pouco seu tamanho e entender a dificuldade de realizá-la.

A dissertação que agora se apresenta resultou de um trajeto de muito aprendizado, às vezes atribulado, porém emocionante. Ao longo deste trabalho fui recebendo o apoio e estímulo de muitos que me apoiaram das mais diferentes formas. Com certeza foi o estímulo e apoio destes que tornaram possível a execução desta dissertação, por isso, desde o início, expresso a todos a minha mais profunda gratidão.

Meu maior agradecimento é dirigido a minha família. Meus pais, irmãos e minha companheira Gabriela Hoehr por terem proporcionado apoio incondicional durante estes dois anos. Com eles, continuo aprendendo sobre a importância da contínua construção de meus próprios valores e desafios. Agradeço em especial a meus pais, por terem me inspirado e me ensinado a arte de pensar o trabalho acadêmico com rigor e disciplina, propiciando-me, portanto, a fundamentação básica, sem a qual este trabalho não teria sido escrito.

Neste trajeto gostaria de destacar o papel fundamental do meu orientador, o Prof. Sergio Luiz Monteiro Salles Filho que me possibilitou desfrutar das faculdades acadêmicas que todos lhe reconhecem: saber profundo, pragmatismo, sentido pedagógico e a crença de que de forma crítica e construtiva podemos atuar positivamente sobre a realidade que nos cerca. Muito obrigado pelas oportunidades concedidas, pela paciência e orientação.

Também gostaria de agradecer ao Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI). Em especial a Adriana Bin, Ana Maria Carneiro e Sonia Tilkian, pela amizade, compreensão, ajuda e, em especial, por todo suporte ao longo deste percurso.

Agradeço também ao grupo CPFL energia pela oportunidade de participar do projeto “ALAVANCAGEM DA INOVAÇÃO DA CPFL NO CONTEXTO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO” e a equipe de trabalho envolvida. Especialmente aos amigos/as, Camila Zeitoum, Janaina Pamplona da Costa, Flavio Arantes e Fabio Campos. Muito obrigado pela amizade, pelas inúmeras reflexões, pelas contribuições teóricas e pelos momentos de descontração e apoio.

Durante o desenvolvimento desta dissertação também tive a oportunidade de criar laços de amizade aos quais muito devo. Agradeço aos amigos/as, Manuella Pereira, Beatriz Lucafó, Heinar Oliveira, Fernando Zuim, Luiz Vazzóler, Jean Hochsprung, Rodrigo Cheida, Renan Leonel, e Daniel Beraldo pela amizade e pela disponibilidade de por vezes emprestarem seus ouvidos aos meus desabafos.

Por fim, gostaria de agradecer também a toda a comunidade do Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP. Os professores, pelo ensino do complexo conjunto de conhecimentos aprendidos. E todos os funcionários, sempre muito atenciosos e gentis, em especial a Valdirene Pinotti, a Gorete Bernardelli e a Adriana Teixeira. Agradeço também, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, essencial para a realização deste projeto.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Perspectivas para a Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação no Setor Elétrico Brasileiro

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Pedro Xavier Rodriguez Massaguer

Considerando a relação entre a inovação e o desenvolvimento econômico e social, os estímulos às atividades de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (P,D & I) têm sido tema recorrente na agenda de discussão das políticas públicas voltadas à competitividade do setor produtivo nacional. No setor elétrico, o estímulo às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) resultou na promulgação da Lei nº 9.991/2000, que determina às empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de energia elétrica realizar investimentos mínimos nestas atividades, de acordo com regulamentação definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Desde 1998, início do programa, houve razoável evolução caracterizada principalmente pelo aumento do número de projetos, intensificação do relacionamento entre as concessionárias de energia, universidades e centros de pesquisa no planejamento e execução dos projetos. No entanto, com relação ao tema da inovação tecnológica, as empresas do setor elétrico, e a própria ANEEL, ainda tratam o tema com perspectiva de uma obrigação. Essa perspectiva decorre da dificuldade que o marco regulatório apresenta em compreender o papel da inovação e suas especificidades setoriais. Dentre os aspectos identificados nesta pesquisa, relacionados às estratégias que levem em conta a inovação estão: (i) as características evolutivas da indústria de energia elétrica, (ii) os reflexos da regulação: de mercado, tarifária, e das atividades de P&D sobre as estratégias de expansão das concessionárias; (iii) as influências tecnológicas que englobam a competição entre diferentes alternativas, em patamares de desenvolvimento diferenciados; (iv) as influências sociais e de programas institucionais relacionadas ao desenvolvimento, adoção e difusão de tecnologias de menor impacto ambiental e (v) as especificidades relacionadas às inter-relações das diferentes classes de atores envolvidos (concessionárias de energia, universidades, centros de pesquisa e indústria de máquinas e equipamentos elétricos). Assim, este trabalho discute quais seriam os desafios e perspectivas em termos de esforços de P,D & I no setor elétrico brasileiro. Dentre os desafios identificados relacionados ao estabelecimento de um ciclo virtuoso no sistema setorial de inovação elétrico brasileiro destaca-se a necessidade do estabelecimento de um modelo de regulação das atividades de P&D no qual o esforço de inovação seja premiado. Neste sentido, são discutidas diversas ações voltadas ao fortalecimento do sistema setorial. Além disso, são analisados três cenários relacionados às atividades de P,D & I no setor elétrico brasileiro no médio e longo prazo. Um primeiro cenário tendencial, um segundo de regressão e um terceiro que atribui maior protagonismo às empresas do setor nos esforços de inovação.

Palavras chave: Setor Elétrico, Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento, Desafios, Estratégias.



UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

Prospects for Research, Development & Innovation in Brazilian Power Sector

ABSTRACT

Masters Dissertation

Pedro Xavier Rodriguez Massaguer

Considering the relationship between innovation and economic and social development, the stimulus for the activities of Research, Development & Innovation (RD & I) has been a regular theme in the agenda of public policies on competitiveness of almost all sectors. In the Brazilian power energy sector, the stimulus to RD & I is formally institutionalized in the Law 9.991/2000, which determines the concessionaires, licensees and authorized public service of energy power make investments in these activities. The enforcement is regulated by the National Electric Energy Agency (ANEEL). Since 1998, RD & I efforts has experimented a quite important evolution, mainly based on the increasing of projects, and by the strengthening of cooperation among energy companies and universities, research centers and some firms from the supply chain. However, electric companies, and ANEEL by itself, still consider RD & I in-house efforts as a matter of enforcement. This situation is strongly based on the conditions of the regulatory framework. Among the issues identified in this research related to strategies that take into account the innovation are: (i) the evolutionary characteristics of the electric power industry, (ii) the effects of the regulation: market pricing, and R & D on expansion strategies of utilities, (iii) the technological influences that include the competition between different alternatives in different stages of development, (iv) the influence of social and institutional programs related to the development, adoption and diffusion of technologies with less environmental impact and (v) the specific interrelationships of different stakeholders (power utilities, universities, research centers and industrial machinery and electrical equipment). The present dissertation discusses what are the challenges and trends in terms of R, D & I in the Brazilian electric sector. Among the identified challenges we highlighted the need for the establishment of a regulatory model of R & D in which the innovation effort is rewarded by incorporating gains of efficiency and productivity in order to motivate and expansion of investments in innovation. In this sense, we discuss several actions towards the strengthening of the Brazilian Power Energy Innovation System. Moreover, we analyze three scenarios related to the activities of R, D & I in the Brazilian Power sector in the medium and long term. The first is a trend scenario, the second is characterized by regression of R & D efforts, and a third scenario gives greater prominence to the energy companies in innovation efforts.

Keywords: Power Sector, Innovation, Research and Development, Challenges, Strategies.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: TENDÊNCIAS E INFLUÊNCIAS SOBRE A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO ATUAL CONTEXTO DO SETOR ELETRO ENERGÉTICO.	7
1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA	8
1.1.1. Modelos de Regulação do Setor Elétrico nos Países Desenvolvidos	13
1.1.2. Impactos das reformas liberalizantes sobre as atividades de P&D no setor elétrico	15
1.2. AS ESPECIFICIDADES DO PROCESSO INOVATIVO EM AMBIENTES REGULADOS	20
1.3. PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL, REGULAÇÃO, E AS INFLUÊNCIAS SOBRE A P,D & I	26
1.3.1. Os mecanismos regulatórios no fomento a tecnologias de menor impacto ambiental e sua influência nas atividades de P,D & I	28
1.4. NOVAS TECNOLOGIAS E AS OPORTUNIDADES ADVINDAS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS REDES INTELIGENTES NOS SISTEMAS ELÉTRICOS	33
1.5. A ABORDAGEM DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA INOVATIVA DO SETOR ELETRO ENERGÉTICO.	38
CAPÍTULO 2. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (SEB)	47
2.1. Breve panorama da regulação e da organização econômica do Setor Elétrico Brasileiro	47
2.1.1. A regulação do mercado de energia elétrica no SEB	55
2.1.2. Regulação tarifária e seus impactos sobre a demanda de projetos de P&D	59
2.1.3. A atual estrutura de mercado do SEB e seus impactos sobre a P,D & I.	61
2.2. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, O PROINFA E REDES INTELIGENTES NO BRASIL.	74
2.2.1. Redes inteligentes no SEB	78
2.3. CARACTERÍSTICAS DOS SEGMENTOS DE GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO	82
2.3.1. Geração	82
2.3.2. Transmissão	85
2.3.3. Distribuição	88
2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ATORES INSTITUCIONAIS RESPONSÁVEIS PELA REGULAÇÃO E O FOMENTO A P,D & I NO SEB.	90
2.5. CONCLUSÕES SOBRE A ESTRUTURA CONCORRENCIAL E O ARRANJO INSTITUCIONAL E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE AS ATIVIDADES DE P,D & I	93
CAPÍTULO 3. A DINÂMICA DA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	97
3.1. HISTÓRICO DA P&D NO SEB	99
3.2. MECANISMOS DE FOMENTO A P&D NO SEB	104
3.2.1. O programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL	104
3.2.2. O fundo setorial CT-ENERG	111

3.3. IMPACTOS DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL E DAS AÇÕES DO FUNDO SETORIAL CT-ENERG SOBRE A DINÂMICA INOVATIVA DO SEB _____	114
3.3.1. A formalização das atividades de P,D & I nas concessionárias de energia atuantes no SEB. ____	115
3.3.2. O impacto nos Institutos de Pesquisa e nas Universidades _____	118
3.3.3. A indústria de máquinas e equipamentos elétricos. _____	123
3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE INOVAÇÃO SETORIAL ELÉTRICO BRASILEIRO _____	128
CAPÍTULO 4. TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL, GESTÃO ESTRATÉGICA E INSTABILIDADE REGULATÓRIA: PERSPECTIVAS PARA OS ESFORÇOS DE P,D & I NO SEB. _____	137
4.1. PERSPECTIVAS PARA OS ESFORÇOS DE P,D & I NO SEB _____	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	155
ANEXO I: FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICOS: CARACTERÍSTICAS E INDICADORES _____	167
ANEXO II: AGENTES ATUANTES NO SEB E SUA ESTRUTURA SOCIETÁRIA _____	169
ANEXO III. PRINCIPAIS INCENTIVOS AUFERIDOS PARA A INSTALAÇÃO DE GD QUE UTILIZEM FONTES HÍDRICAS, SOLAR, BIOMASSA OU COGERAÇÃO (DECRETO Nº 5.163, DE 2004). _____	183
ANEXO IV. ATORES INSTITUCIONAIS RESPONSÁVEIS PELA REGULAÇÃO E COORDENAÇÃO DO SEB _____	185
ANEXO V. SETORES CNAE DE EMPRESAS TÍPICAMENTE RELACIONADAS AO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA _____	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O triplo desafio regulatório voltado às fontes renováveis alternativas	30
Figura 2. Mecanismos de indução e Bloqueio e suas interconexões com as funções do SIT.....	43
Figura 3. Arranjo Institucional do Programa de P&D da ANEEL.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características econômicas da indústria de energia elétrica e as principais implicações em termos de estrutura de mercado.....	13
Quadro 2. Efeitos positivos e negativos das regulações administrativas / Institucionais sobre a inovação.	24
Quadro 3. Uma mudança de paradigma energético?.....	28
Quadro 4. Categorias de consumidores no SEB	57
Quadro 5. Empresas atraídas pelo processo de privatização por país de origem.....	63
Quadro 6. Condicionantes estratégicos que influenciam a decisão de diversificar	67
Quadro 7. Principais Holdings atuantes no SEB.....	68
Quadro 8. Regimes jurídicos aplicáveis à geração de energia.	83
Quadro 9. Distribuição percentual dos recursos destinados as atividades de P&D, programas de eficiência energética (PEE), Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia (FNDCT) e Ministério de Minas e Energia (MME).	106
Quadro 10. Número de projetos e recursos alocados 1998-2012 pelo programa de P&D da ANEEL.....	108
Quadro 11. Chamadas públicas do CTEneg 2001-2009.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evolução dos recursos destinados à P&D do setor elétrico nos Estados Unidos (US\$ milhões).....	19
Tabela 2. 10 maiores agentes em capacidade instalada de geração	84
Tabela 3. 10 maiores distribuidores por número de consumidores atendidos Dez/2010.....	89
Tabela 4. Distribuição dos projetos por tema de pesquisa 2000-2009.....	118
Tabela 5. Distribuição dos projetos de P&D segundo o número e o tipo de entidade participante 2000-2009.....	119
Tabela 6. Classificação das instituições nos projetos de que participam 2000-2009.....	119
Tabela 7. Ranking das dez principais instituições executoras considerando o total de projetos envolvidos 2000-2009.	120
Tabela 8. Evolução dos grupos de pesquisa no setor elétrico, por tipo de organização.	122
Tabela 9. Dificuldades mencionadas pelos entrevistados no que tange a relação agentes concessionários, institutos de pesquisa e empresas parceiras (Em %).	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Investimentos públicos em P&D na área de energia nos países da OCDE.....	18
Gráfico 2. Perfil das transações “Além fronteiras” (Cross Border) das Companhias de energia 2005 – 2010.....	69
Gráfico 3. Porcentagem de agentes geradores por origem do capital.	70
Gráfico 4. Porcentagem de agentes de transmissão por origem do capital.	70
Gráfico 5. Porcentagem de agentes de distribuição por origem do capital.	71
Gráfico 6. Evolução do número de agentes por classe 2000-Fev/2012	72
Gráfico 7. Evolução do numero de transações - Companhias de Energia 2005-2010	73
Gráfico 8. Recursos acima de R\$1 milhão alocados pelo CTEnerg por Instituição (2001 - 2008).	121
Gráfico 9. Empresas fornecedoras de equipamentos elétricos GTD por país de origem de capital.	124
Gráfico 10. Empresas que implementaram inovações, com relações de cooperação com outras organizações, percentual por grau de importância da parceria na fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos - Brasil - período 2006-2008.....	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABIAPE - Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia

ABRADEE - Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia

ABRAGE - Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica

ABRAGEF - Associação Brasileira de Geração Flexível

ABRAGET - Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas

ABRATE - Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica

ACEE - Administrador dos Contratos de Energia Elétrica

ACL - Ambiente de Contratação Livre

ACR - Ambiente de Contratação Regulada

AGERGS - Agência Reguladora de Serviços Públicos do Rio Grande do Sul

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional de Petróleo

APINE - Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia

ARCE - Agência Reguladora do Ceará

ASMAE - Administradora dos Serviços do Mercado Atacadista de Energia Elétrica

APTEL - Associação das Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações

BBCE - Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia

BEM – Balanço Energético Nacional

CADE - Conselho Administrativo de Defesa Econômica

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CCERAR - Contratos de Compra e Venda de Energia

CCG - Contrato de Constituição de Garantias

CEHPAR - Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CESP - Companhia Energética de São Paulo

CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

CGH - Centrais Geradoras Hidrelétricas

CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco

CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTDN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
EPASE - Encontro de P&D dos Agentes do Setor Elétrico
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
EPRI - *Electric Power Research Institute*
FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
GD – Geração Distribuída
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INT - Instituto Nacional de Tecnologia
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPI - Imposto sobre Produto Industrializado
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LAC - Laboratório Central de Eletrotécnica e Eletrônica
MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica
MME – Ministério de Minas e Energia
ONS - Operador Nacional do Sistema
P&D - Pesquisa & Desenvolvimento
P,D & I – Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PCA - Prestação de Contas Anual da ANEEL
PCH - Pequenas Central Hidrelétrica
PDE - Plano Decenal de Energia
PDP - Política de Desenvolvimento Produtivo
PEC - Proposta de Emenda Constitucional
PEE – Programa de Eficiência Energética
PET - Programa de Expansão da Transmissão

PLC - *Power Line Communication*

PND - Programa Nacional de Desestatização

PNE - Plano Nacional de Eletrificação

PNE - Plano Nacional de Energia

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PSI - Programa de Sustentação do Investimento

PURPA - Public Utility Regulatory Policies Act

RAP - Receita Anual Permitida

REIDI - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-estrutura

RESEB - Projeto de Reforma do Setor Elétrico Brasileiro

REVISE - Revisão Institucional do Setor Elétrico

ROL - Receita Operacional Líquida

SDE - Secretaria de Direito Econômico

SEAE - Secretaria de Acompanhamento Econômico

SEB – Setor Elétrico Brasileiro

SEE - Sistemas de Energia Elétrica

SFE - Superintendência Fiscalização dos Serviços de Eletricidade

SFF - Superintendência Fiscalização Econômica e Financeira

SFG - Superintendência Fiscalização dos Serviços de Geração

SI – Sistema de Inovação

SIN - Sistema Interligado Nacional

SNI – Sistema Nacional de Inovação

SPE - Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética

SRD - Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição

SSI – Sistema Setorial de Inovação

TFSEE - Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica

TUSD - Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

USP - Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, levando-se em conta a relação entre a inovação e o desenvolvimento econômico e social, os estímulos às atividades de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (P,D & I) têm sido um tema recorrente na agenda das políticas voltadas à competitividade do setor produtivo nacional. Como resultado da crescente ênfase na inovação, diversas iniciativas foram introduzidas no âmbito institucional relacionado às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I), com destaque para a criação dos fundos setoriais de ciência e tecnologia em 1999, a promulgação da Lei de Inovação¹ em 2004, e o aperfeiçoamento de incentivos fiscais à inovação através de aperfeiçoamentos conduzidos na Lei do Bem².

No setor elétrico, a busca do estímulo às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) resultou na promulgação da Lei n° 9.991/2000, que determina às empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de energia elétrica realizarem investimentos mínimos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), de acordo com regulamentação definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). No âmbito do cumprimento desta normativa legal que instaurou o programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL (P&D ANEEL), entre 2000 e 2009 foram estabelecidos aproximadamente 4,6 mil projetos de P&D mobilizando um montante aproximado de R\$ 1,6 bilhão.

Desde o início do programa em 1998, houve razoável evolução caracterizada principalmente pela elevação do número de projetos e intensificação do relacionamento entre as concessionárias de energia, universidades e centros de pesquisa públicos e privados no planejamento e execução dos projetos (Salles Filho *et al.*, 2007; Pompermayer, 2011; IPEA, 2012). No entanto, as concessionárias, o setor elétrico como um todo, e a própria ANEEL, ainda carecem de desenvolvimento, foco e impacto quando o assunto é P&D e inovação (P,D & I). Essa carência decorre da dificuldade que ainda no setor em enxergar qual é o papel da inovação e suas atribuições estratégicas na busca por ganhos potenciais no contexto das empresas de energia. Um dos principais indícios desta dificuldade é o baixo retorno em forma de novos

¹ Lei n° 10.973/2004

² Lei n° 11.196/2005

produtos e serviços advindos dos esforços de P&D após mais de 10 anos de vigência da Lei. Como se verá nesta dissertação, há muito baixo impacto dos desenvolvimentos decorrentes do esforço de P&D na indústria de máquinas e equipamentos elétricos.

Além disso, tal dificuldade é permeada pela necessidade de se considerar aspectos distintos na composição de estratégias que levem em conta a inovação, como por exemplo: *(i)* as características da indústria de energia e suas especificidades de mercado nos diversos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização *(ii)* os reflexos da regulação: de mercado, tarifária, e das atividades de P&D sobre a conduta das concessionárias e sobre a atividade inovativa; *(iii)* as influências tecnológicas que englobam a competição entre diferentes alternativas, em patamares de desenvolvimento diferenciados e atores distintos, *(iv)* a necessidade de desenvolvimento, adoção e difusão de tecnologias de menor impacto ambiental e *(v)* as especificidades ligadas às inter-relações das diferentes classes de atores envolvidos nestas atividades (concessionárias de energia, universidades, centros de pesquisa públicos e privados e indústria de máquinas e equipamentos elétricos).

Vale ressaltar que atualmente as atividades relacionadas ao setor energético também se encontram permeadas por uma série de interesses sociais que se materializam principalmente na redução de impactos ambientais através da substituição de fontes energéticas fósseis e do aumento da eficiência energética. Tal tendência coloca novas demandas por P,D & I no setor eletro energético e vem sendo considerada por alguns autores como a emergência de um novo paradigma energético (ELLIOT, 2000).

Sendo assim, a temática do alinhamento das estratégias das concessionárias com os objetivos institucionais almejados para o setor tem sido alvo de recorrentes discussões. Principalmente as ações institucionais voltadas a promover modicidade tarifária para os usuários finais, a diversificação da matriz energética e os desafios relacionados à necessidade de redução de impactos ambientais.

Assim, frente aos indícios de emergência de um novo paradigma energético baseado na substituição de fontes não renováveis e no aumento da eficiência energética, caracterizado pelas

especificidades de diferentes alternativas tecnológicas, e pelo contexto institucional regulatório e concorrencial do setor, o presente trabalho discute quais seriam os desafios e perspectivas deste novo paradigma³ em termos de esforços de P,D & I no âmbito regulatório institucional e das competências organizacionais das concessionárias de energia que atuam no setor elétrico nacional, particularmente das empresas de GTD.

Dentre os objetivos específicos destacam-se:

- 1-Analisar as especificidades do processo inovativo em ambientes regulados.
- 2-Identificar características do processo inovativo no setor elétrico em âmbito global e as mudanças atualmente em curso e suas implicações para a dinâmica setorial de inovação.
- 3-Apresentar as principais características do sistema eletro energético brasileiro em seus diferentes segmentos (geração, transmissão, distribuição e comercialização), a estrutura de mercado do setor e as tendências do marco regulatório.
- 4- Analisar os principais mecanismos de fomento a P,D & I no setor elétrico brasileiro. O programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL (P&D ANEEL), as ações do fundo setorial CTEnergy e o programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica (PROINFA).
- 5- Analisar o sistema setorial de inovação elétrico brasileiro destacando a dinâmica das relações dos principais atores relacionados a P,D & I: atores institucionais, concessionárias de energia, institutos privados, grupos de pesquisa universitários e a indústria de materiais e equipamentos elétricos.
- 6-Analisar as mudanças em curso no setor elétrico nacional dos pontos de vista dos padrões de competição, da emergência de novas trajetórias tecnológicas e das diferentes pressões de natureza social e ambiental com vistas à identificação de novas demandas por desenvolvimento tecnológico e inovação.
- 7-Propor contribuições e discutir perspectivas futuras para os esforços em P,D & I do ponto de vista regulatório institucional e no âmbito das concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia atuantes no setor elétrico brasileiro.

³ No Capítulo final desta dissertação trataremos desses desafios com base em um possível cenário desenhado a partir desse novo paradigma.

A discussão será realizada com base na análise bibliográfica de diferentes fontes de informação sobre o setor: documentos e relatórios institucionais, documentos setoriais e trabalhos acadêmicos. Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro, busca analisar os mecanismos pelos quais se alteram os incentivos a inovar e que conseqüentemente influenciam as decisões estratégicas voltadas ao planejamento das atividades de P,D & I no âmbito das empresas de energia elétrica. Em um primeiro momento a discussão foca-se nas especificidades do produto energia e as características da indústria de energia elétrica. Em seguida, discutem-se os reflexos da regulação sobre as atividades de P&D e conseqüentemente sobre a inovação tecnológica. Este capítulo também dá ênfase na relação entre regulação e o fomento à difusão de alternativas tecnológicas de menor impacto ambiental. Além disso, discute a inserção do conceito de redes inteligentes e seus reflexos sobre as demandas de P&D. Por fim, discute-se a necessidade de se utilizar a abordagem de Sistemas de Inovação⁴ no intuito de se compreender a relação e o papel das diferentes classes de atores envolvidas nas atividades de P,D & I no contexto do setor eletro energético.

O segundo capítulo tem o objetivo de apresentar as principais características do setor elétrico brasileiro. Sendo assim, inicialmente apresenta uma breve revisão histórica sobre o setor. Em seguida, discute-se a regulação de mercado no setor e sua atual estrutura concorrencial. Também são apresentadas características específicas dos diferentes segmentos de Geração, Transmissão e Distribuição. Além disso, o capítulo discute o papel das iniciativas de geração distribuída e o conceito de redes inteligentes no setor elétrico brasileiro. Por fim, são analisadas as reformas recentes e o novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro.

O terceiro capítulo embasado pelo conceito de Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002) analisa a dinâmica e destaca as especificidades e características das relações entre as principais classes de atores envolvidos nas atividades de P,D & I no setor elétrico brasileiro (SEB): os órgãos institucionais e seus programas de fomento institucionais, os institutos de

⁴ Freeman (1987), Nelson (1992), Lundvall (1992).

pesquisa públicos e privados, as universidades, a indústria de máquinas e equipamentos elétricos e as concessionárias de energia.

Por fim, o quarto e último capítulo consolida as discussões realizadas ao longo do trabalho e discute perspectivas para as atividades de P,D & I no contexto do setor elétrico brasileiro a partir de 3 possíveis cenários: um cenário tendencial, que basicamente reproduz no futuro próximo as condições atuais; um cenário de retrocesso no que diz respeito ao esforço de pesquisa e de inovação; e um terceiro cenário de mudanças estruturais que aponta para um novo paradigma tecnológico, econômico e regulatório. Evidentemente que explora-se mais este último cenário, dado que os dois primeiros já estão analisados e diagnosticados em função de já terem uma estória relativamente conhecida.

Dentre as principais conclusões estão as que indicam a necessidade de mudanças profundas no modelo de incentivos a P, D & I no setor, em função das mudanças que se projetam em quatro categorias estruturantes: regulatória setorial; regulatória do P, D & I; tecnológica; e novos modelos de negócios.

É inescapável que o Brasil, em algum momento, saia da trajetória atual de punição do esforço do inovador, como determina a legislação atual que obriga o investimento em P&D, e passe a incentivar modelos nos quais o inovador seja premiado e tenha capacidade e interesse em ampliar o esforço de pesquisa e inovação.

CAPÍTULO 1: TENDÊNCIAS E INFLUÊNCIAS SOBRE A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO ATUAL CONTEXTO DO SETOR ELETRO ENERGÉTICO.

Este capítulo tem como objetivo analisar os mecanismos pelos quais se alteram os incentivos a inovar e que conseqüentemente influenciam as decisões estratégicas voltadas ao planejamento das atividades de P,D & I no âmbito das empresas de energia elétrica. Destacam-se quatro pontos centrais que serão discutidos ao longo do capítulo:

I A abertura dos mercados de energia através da introdução de concorrência e seus impactos na dinâmica de inovação da indústria de energia.

II As influências da regulação sobre a atividade inovativa e os impactos da regulação tarifária sobre as estratégias de P&D nas concessionárias de energia;

III A preocupação ambiental e o papel da regulação institucional no fomento a novas tecnologias de menor impacto ambiental;

IV O impacto de novas tecnologias, em especial o conceito de “redes Inteligentes” nos padrões de concorrência da indústria de energia elétrica;

Para tanto o capítulo foi dividido em cinco seções. A primeira destaca as principais características do produto eletricidade, da indústria de energia elétrica, e a evolução dos principais modelos regulatórios adotados nos países desenvolvidos para organização do setor elétrico. A segunda discute as especificidades do processo inovativo em ambientes. A terceira seção dá ênfase ao crescente aumento de preocupações sociais relacionadas à redução de impactos ambientais no setor energético. Discutem-se ainda as influências dos mecanismos regulatórios de fomento a novas tecnologias para o setor sobre as demandas de projetos de P&D.

A seção quatro discute a transformação do mercado de energia no médio e longo prazo proporcionada pela inserção do conceito de redes inteligentes nos sistemas elétricos e seus reflexos nos atuais padrões de concorrência do setor. Por fim, a seção cinco enfatiza a importância da abordagem sistêmica para a compreensão e análise das diversas classes de atores envolvidos nos esforços de P,D & I no setor eletro energético. Esta seção, também discute a necessidade de criação de convergência de objetivos entre os atores envolvidos nestas atividades

e a importância do monitoramento das ações regulatórias institucionais por parte das empresas de energia elétrica na confecção de suas estratégias de P,D & I.

1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia é um componente central para a organização econômica e social de todos os países. Sua produção e consumo gera uma série de impactos sobre o desenvolvimento econômico e social e o meio ambiente, o que por sua vez coloca a discussão sobre energia em uma posição de destaque na agenda de políticas governamentais e nas estratégias empresariais. O suprimento de energia é um elemento estratégico, essencial para o desenvolvimento econômico e social⁵.

Sendo assim, o objetivo desta seção é discutir, a partir das especificidades do produto eletricidade,⁶ as características técnicas e econômicas da indústria de energia elétrica e os principais modelos de regulação adotados para o setor elétrico nos países desenvolvidos. A seguir, serão destacadas particularidades do produto eletricidade, assim como as características que tradicionalmente configuram a indústria de energia elétrica como um monopólio natural em rede, e que favorecem o surgimento de um modelo de organização industrial articulado em torno da integração vertical dos seus diferentes segmentos produtivos Geração, Transmissão, Distribuição e Utilização/Comercialização. Posteriormente serão analisados os dois principais modelos regulatórios adotados nos países desenvolvidos, caracterizados pela abertura e liberalização de seu mercado de energia durante a década de 70 e suas principais consequências sobre a dinâmica inovativa da indústria de energia elétrica nestes países.

O ponto de partida desta discussão diz respeito às características do produto eletricidade. Este produto, de forma única, é um fluxo não estocável de energia fruto da existência simultânea

⁵ Para uma análise aprofundada do papel da energia para o desenvolvimento econômico dos países sugere-se MOWERY, D. C. e ROSENBERG, N. (2005) capítulo 4.

⁶ Forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos que permitem estabelecer uma corrente elétrica entre ambos. A energia elétrica é obtida principalmente através de termoelétricas, usinas hidrelétricas, usinas eólicas e usinas termonucleares.

de dois processos que interagem de forma recíproca nos sistemas elétricos: sua geração e utilização. Estas atividades são pautadas por dois princípios: (i) a simultaneidade, uma vez que a geração e utilização de eletricidade são simultâneas, e (ii) a instantaneidade, qualquer evento que ocorra no processo de geração tem uma consequência imediata no processo de utilização e vice-versa. Ao se incluírem as variáveis tempo e espaço, ao seu fornecimento agregam-se dois segmentos produtivos, a transmissão e a distribuição de energia elétrica (PINTO Jr. *et al.*, 2007).

Segundo Pinto Jr. *et al.* (2007) o principal atributo do produto eletricidade é a sua não estocabilidade e a principal característica do seu processo de produção é a interdependência sistêmica entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva. Este autor destaca que em função destes atributos podemos identificar duas características importantes da indústria de energia elétrica: (i) a necessidade de antecipação do comportamento da demanda e (ii) a necessidade de operação dos sistemas elétricos com capacidade planejada, tanto de produção quanto do transporte.

A interdependência acarreta implicações decisivas sobre as possibilidades de funcionamento do setor elétrico uma vez que exige o equilíbrio entre a geração e utilização ou, em outros termos, da oferta e da demanda. A incerteza acerca dos comportamentos futuros dos agentes individuais envolvidos e a necessidade de compatibilização das suas ações ao longo do tempo são dentre outras, uma das razões que exigem a construção de mecanismos de coordenação que viabilizem o funcionamento e a expansão dos sistemas de energia elétrica (SEE). A coordenação abrange seus principais segmentos de geração, transmissão e distribuição.

Além disso, os volumes elevados de investimentos e os longos prazos de maturação para a entrada em operação, também justificam a importância da coordenação dos diferentes agentes do sistema, principalmente devido à necessidade de redução de custos, garantia da expansão, estabilidade e a confiabilidade dos SEEs. A coordenação técnica, organizacional e institucional adquire uma importância singular em comparação com outras atividades econômicas uma vez que não se trata de uma opção de escolha, mas sim de uma condição essencial dada a complexidade das operações e das decisões que devem ser tomadas (PINTO Jr. *et al.* 2007).

Levando-se em conta as características do produto eletricidade e refletindo sobre as possibilidades de economia de escala e escopo no âmbito da indústria de energia elétrica destaca-se que o aumento da densidade espacial dos fluxos elétricos⁷ permite a diluição dos custos fixos relacionados à infraestrutura de transporte. Isto é, a reunião de espaços distintos por uma única rede permite a exploração de economias de escala e escopo. De escala a partir do momento em que envolve um volume elevado de carga transportada em áreas comuns da rede. E de escopo, na medida em que integra usuários em locais diferentes através da mesma rede onde o custo de integração ao ponto gerador de forma individual seria maior do que a utilização da infraestrutura já existente (PINTO Jr. *Et al.*, 2007). Tais características configuram os segmentos de transmissão e distribuição de energia elétrica como um monopólio natural.

Em suma, sob a ótica das empresas prestadoras do serviço de geração e fornecimento de energia elétrica dadas as características técnico econômicas do produto eletricidade, quanto mais estas conseguirem ampliar sua produção e fornecimento, menor será o custo médio de sua produção.

Pompermayer (2011) explica que a difusão do uso da energia elétrica a partir do século XIX está ligada a duas características essenciais do produto eletricidade: a primeira seria a flexibilidade, ligada à possibilidade de conversão da eletricidade em outras formas de energia (calor, luz). E a segunda é a transmissibilidade, a possibilidade de a eletricidade ser transportada por meio do espaço sem que isso implique perdas significativas de energia. A combinação destas características resulta nas seguintes consequências para a indústria de energia: (i) possibilidade de aumento da distância entre o ponto gerador e o ponto de consumo, (ii) a possibilidade de aumento das unidades geradoras na busca por ganhos de eficiência e de escala e (iii) a disseminação da energia elétrica através de uma única infraestrutura onde diversos consumidores estão integrados em rede. Segundo o autor, estas razões explicam por que o setor tendeu a uma estrutura de mercado monopolística estruturada verticalmente nos segmentos de geração, transmissão e distribuição. Assim, a trajetória histórica da indústria elétrica é caracterizada por

⁷ Densidade espacial dos fluxos elétricos: Atributo que concerne à intensidade do fluxo elétrico, em relação ao espaço, que integra os processos de geração e utilização de eletricidade, ou seja, à quantidade de energia envolvida na relação dos dois processos por unidade de área.

constantes aumentos de escala, acompanhados de aumentos de eficiência e de redução do custo médio de geração.

A indústria de energia elétrica pode ser organizada a partir de quatro modelos básicos: (i) monopólio, com as empresas em geral sob controle estatal e atuando de forma verticalizada; (ii) comprador único, ou *purchase agency*, em que, sob a forma de monopsonio, uma só empresa compra toda a energia gerada e revende para os varejistas; (iii) competição no atacado, no qual o âmbito da competição encontra-se no segmento de geração; e (iv) competição no varejo, em que a concorrência acontece também no segmento de comercialização para consumidores finais⁸ (HUNT; SHUTTLEWORTH, 1996).

Segundo Furtado (2011) o monopólio regional tornou-se a forma dominante de estrutura industrial existente no setor de geração e distribuição de energia. A interdependência entre os segmentos produtivos, agravada pela impossibilidade de armazenamento da energia, fez com que desde muito cedo, o arranjo dominante fosse da integração vertical. Segundo este autor, a formação de monopólios privados, em nível regional, que decorria do processo “natural” de concentração de capitais levou a uma crescente preocupação e posteriormente intervenção dos diferentes níveis governamentais na regulação⁹ das atividades do setor elétrico (o quadro 1 apresenta as principais características econômicas da indústria de energia elétrica e as principais implicações em termos de estrutura de mercado).

⁸ No caso brasileiro, o modelo escolhido e implementado em 1998 e mantido com as mudanças de 2004 é uma combinação de competição no atacado e no varejo, ainda que, neste segundo caso, apenas uma parcela dos consumidores, os livres, estejam incorporados ao ambiente de competição, já que podem escolher livremente seu fornecedor.

⁹ Existem três acepções para o termo regulação, assim como descritos por Baldwin e Cave (1999).

(i)- Como um conjunto específico de comandos normativos, aonde a regulação envolve um agrupamento de regras coercitivas, editadas por órgão criado para este fim;

(ii)- Como influência estatal deliberada, aonde a regulação, num sentido mais amplo, cobre toda a ação estatal destinada a influenciar o comportamento social, econômico ou político.

(iii)- Como forma de controle social, aonde todos os mecanismos que afetam o comportamento humano são determinados por regras advindas do Estado ou não.

No entanto, é na teoria econômica que nasce um maior interesse pelo estudo da regulação. George Stigler (1962), num artigo seminal sobre regulação no setor elétrico, discute segundo seu ponto de vista o ponto central na matéria regulatória: a regulação causa diferença de comportamentos na indústria regulada? Se for assim, quais são os custos impostos pela regulação? Assim, para a teoria econômica, mais importante do que definir o que é regulação, importam suas justificativas e suas consequências.

Dentre as razões que justificam a intervenção governamental destaca-se o domínio de mercado que a empresa privada possui sobre os consumidores cativos de uma determinada região. Este tipo de domínio advém tradicionalmente da dificuldade de substituição do suprimento, por parte dos consumidores, por outras fontes secundárias, uma vez que o custo de interrupção do fornecimento é muitas vezes superior ao custo de sua substituição. Além disso, o caráter inelástico da demanda faz com que qualquer variação seja acompanhada por um aumento do preço. Interessa, nesse contexto, ao fornecedor do serviço muito mais subinvestir do que sobre investir, uma vez que assim minimizam-se investimentos e maximizam-se os lucros (FURTADO, 2011).

As breves considerações tecidas neste tópico visaram introduzir aspectos conceituais relacionados ao produto eletricidade e à indústria de energia elétrica. A partir da análise das especificidades deste produto podemos concluir que se trata de um produto peculiar caracterizado principalmente por sua não estocabilidade e interdependência sistêmica entre os segmentos produtivos geração, transmissão, distribuição, utilização/comercialização. Tais considerações nos permitem analisar o processo de estruturação industrial do setor elétrico que se iniciou no século XIX e se difundiu desde então. A indústria elétrica tradicionalmente possui segmentos caracterizados como monopólios naturais (transmissão e distribuição) articulados em rede, organizados verticalmente e é dotada de forte poder de mercado sobre seus consumidores regionais cativos. Dada suas características industriais e a importância estratégica da energia para o desenvolvimento econômico e social, historicamente é alvo de regulação governamental com vistas a propiciar modicidade tarifária ao usuário final e garantir qualidade e confiabilidade no oferecimento do serviço de abastecimento.

No tópico seguinte analisaremos os dois principais modelos regulatórios adotados nos países desenvolvidos. O modelo americano e o europeu, caracterizados principalmente pelas reformas liberalizantes implementadas a partir da década de 70 em seus mercados de energia. Em seguida, serão discutidos os reflexos destas reformas na dinâmica inovativa do setor elétrico.

Quadro 1. Características econômicas da indústria de energia elétrica e as principais implicações em termos de estrutura de mercado

Atividade	Características Econômicas	Implicações
Geração	Economias de escala limitadas Coordenação e complementaridade com a transmissão Portfólio diversificado de tecnologias	Segmento potencialmente competitivo
Transmissão e Distribuição	Externalidades de rede <i>Sunk costs</i> elevados Economias de Escala e de Escopo consideráveis Economia de Coordenação Idéia de bem público (<i>utilities</i>) Monopólio natural	Tendência de baixos investimentos Taxa de retorno limitado
Comercialização	<i>Sunk costs</i> baixos Economias de escala limitadas Barreiras à entrada/saída baixas	Segmento potencialmente competitivo

Fonte: Adaptado de Vinhaes (2003).

1.1.1. Modelos de Regulação do Setor Elétrico nos Países Desenvolvidos

A análise histórica da indústria de energia permite a identificação de dois principais modelos de regulação do setor elétrico: o americano e o europeu. O modelo americano instaurado no período pós 2^o guerra mundial procurava acima de tudo respeitar a concorrência sempre que possível e proteger seus consumidores de práticas abusivas através do controle dos monopólios privados na indústria de rede. A defesa do interesse público (*general interest* ou *public interest*) seria um dos pilares da atuação regulatória. Sendo assim, o papel principal das agências reguladoras criadas a partir da década de 30 nos EUA seria o de administrar as concessões e as tarifas. Já o modelo europeu atribuía um maior papel à atuação governamental. Ao Estado, se destinava o planejamento, a operação, a coordenação e a gerência da infraestrutura energética, o setor era caracterizado por grandes empresas estatais, responsáveis por produzir, transportar e distribuir energia nacionalmente (POMPERMAYER, 2011, FURTADO 2011). Em ambos os modelos o monopólio era concedido em troca da manutenção do serviço público.

A reestruturação do modelo regulatório baseado na regulação monopolista se deu a partir de 1970. As empresas monopolistas perdem espaço devido principalmente ao aumento dos custos e às dificuldades crescentes no planejamento da expansão. Tais dificuldades são reflexos da emergência da crise energética mundial, e do aumento das preocupações ambientais, principalmente quanto à utilização da energia nuclear, e levam os governos da época a aumentarem a concorrência através da diminuição de barreiras institucionais no intuito de reduzir custos, alavancar a expansão e a melhoria do serviço prestado. A inovação institucional introduzida a partir de 1970 consiste em separar a função de garantia do serviço de fornecimento da geração de energia, assim, buscou-se fornecer o serviço público com acesso universal a todos os cidadãos a um preço justo sem a influência do poder monopólico na geração de energia (PINTO Jr. *et al.*, 2007, FURTADO, 2011).

O Reino Unido e os EUA foram os precursores mais radicais na reestruturação do setor. No Reino Unido as empresas distribuidoras regionais foram privatizadas e seus mercados tornaram-se concorrenciais, seus consumidores passaram a poder optar pelo melhor prestador de serviços. Já nos EUA, através da promulgação do PURPA (*Public Utility Regulatory Policies Act*) em 1977, a abertura de mercado se deu através da obrigação da contratação de energia por parte das concessionárias de produtores independentes. Porém, diferentemente da liberdade de escolha do fornecedor do serviço por parte do usuário final instaurada no Reino Unido, nos EUA, as empresas mantiveram seus mercados cativos. A abertura do mercado à concorrência somente começou a se concretizar no final da década de 90.

Segundo Furtado (2011) o modelo concorrencial difundiu-se pela maioria dos países desenvolvidos devido a diferentes fatores, dentre eles: (i) a progressiva integração energética europeia que tendeu a romper o monopólio das empresas públicas nacionais, (ii) o desenvolvimento da tecnologia de ciclo combinado para geração de energia elétrica através do gás natural, que possibilitou escalas de produção menores e ciclos de investimentos mais curtos proporcionando a entrada de produtores independentes no mercado, (iii) a constituição de sistemas elétricos maduros, com infraestrutura consolidada e amortizada, que, aliada ao crescimento vegetativo do mercado, tornava os investimentos em energia menos interdependentes entre si e reduzia as especificidades de ativos nas diferentes fases da cadeia de produção de energia. Assim, a estratégia de integração vertical predominante na indústria até

então perdeu relevância e a maior flexibilidade do mercado também permitiu a redução de custos produtivos.

As reformas liberalizantes introduzidas nestes países na década de 70 foram funcionais no sentido de que propiciaram a redução de custos e das tarifas de energia, porém, também geraram problemas uma vez que os sistemas de geração de energia passaram a depender cada vez mais de apenas uma fonte energética, o gás natural. Com o aumento da utilização do gás natural esta fonte tornou-se mais escassa e conseqüentemente mais cara, o resultado foi o subinvestimento na expansão do sistema por parte da iniciativa privada e conseqüentemente a elevação do risco de escassez e picos de alta nos preços da energia disponível no mercado livre. No estado da Califórnia nos EUA, pioneiro na abertura de seu mercado de energia, houve uma crise profunda no abastecimento em 2001 fruto de um pico momentâneo na demanda aliada a elevação do preço do gás natural no mercado interno (FURTADO, 2011).

No que tange a P&D o modelo regulatório americano atribuía ao estado as funções de fomento muito mais do que as funções de execução, ao passo que no modelo europeu estatizante, o setor público financiava e executava grande parte do esforço de inovação. Em ambos os países a dinâmica da P&D foi impactada pelas reformas liberalizantes. Estes reflexos serão discutidos a seguir.

1.1.2. Impactos das reformas liberalizantes sobre as atividades de P&D no setor elétrico

As atividades de P&D representam um dos fatores chave da dinâmica de evolução dos serviços de geração de energia e fornecimento de eletricidade. Esta atividade influencia diretamente as interações entre os agentes, os processos de aprendizagem, o desenvolvimento tecnológico e a aquisição de novas competências sendo essencial para a introdução e difusão de inovações no setor. O surgimento da indústria elétrica remonta a segunda revolução industrial, e é caracterizada como uma indústria baseada na ciência. O avanço tecnológico neste setor é baseado na capacidade inovativa da grande empresa de material elétrico. Assim, importantes invenções como os turbogeradores, a lâmpada elétrica e o motor elétrico logo se tornaram inovações e foram controladas por empresas que rapidamente se transformaram em grandes

corporações como a Westinghouse, General Electric, Siemens, Brown Boveri etc. Os laboratórios de P&D das indústrias de materiais e equipamentos elétricos são os principais implementadores de inovações para o setor elétrico (FURTADO, 2011).

A análise histórica demonstra que no desenvolvimento desta indústria ocorreu uma separação dos dois atores: fabricantes de material elétrico e operadoras de geração e transmissão de energia. Dentre os motivos, destaca-se que a indústria de material elétrico possui uma dinâmica de mercado diferente da dinâmica das empresas de geração, transmissão e distribuição de energia: enquanto as últimas possuem um caráter regional, a indústria de material elétrico possui potencial de expansão internacional através da exportação de equipamentos e atuação em mercados geograficamente distintos.

Esta distinção, seguindo a taxonomia desenvolvida por Pavitt (1984), caracteriza o setor elétrico, especificamente as empresas de geração, transmissão e distribuição como dependentes de seus fornecedores (*Supplier Dominated*). Entretanto, Furtado (2011) explica que a separação entre estes dois atores não implicou necessariamente na descentralização da atividade de P&D por parte das empresas de energia. A partir das mudanças ocorridas após a 2ª Guerra Mundial, que resultou na estatização das empresas de energia nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, as grandes empresas estatais assumiram um papel mais ativo no processo de inovação do setor elétrico tornando a relação usuário-fornecedor mais equilibrada. As grandes empresas estatais passaram a dotar-se de grandes laboratórios em que se realizavam pesquisas voltadas para o setor elétrico. Assim, devido ao aumento crescente da escala, e da complexidade do gerenciamento dos sistemas interligados, a internalização da atividade inventiva tornou-se vital no aumento da eficiência produtiva destes sistemas.

Por sua vez, as empresas privadas tardaram em seguir esta mesma direção. Estas empresas no período pós 2ª Guerra Mundial empreendiam esforços limitados de P&D. Esta dinâmica começa a se alterar a partir da década de 70 em decorrência da crise energética. As empresas privadas passam a adotar um modelo cooperativo para realizar seus esforços tecnológicos com maior participação do Estado. O principal exemplo deste tipo de arranjo é o do EPRI (*Electric Power Research Institute*). Laboratório sem fins lucrativos criado pelo governo norte americano para fazer frente aos desafios criados pela crise energética. A maioria de seus recursos provêm das empresas privadas e o restante do poder público.

O papel do Estado acentua-se na medida em que o arranjo institucional baseado na capacidade inventiva dos fabricantes de equipamentos elétricos se demonstra cada vez mais inadequado para os novos desafios tecnológicos advindos da onda de inovações surgidas durante a 2ª Guerra Mundial (FURTADO, 2011). No período pós-Guerra acentua-se a necessidade de se desenvolver novas fontes de geração de energia elétrica e observa-se uma maior participação do estado no direcionamento da P&D.

Assim Defeuilly e Furtado (2000) destacam que as instituições governamentais tem uma importância fundamental para a formação e evolução de trajetórias tecnológicas no setor elétrico. Tais instituições são capazes de influenciar os elementos que condicionam a intensidade e direção dos processos de inovação. Estes autores destacam que os poderes públicos possuem um papel importante, pois são capazes de suportar a pesquisa pública, promover a cooperação e o intercâmbio com a pesquisa privada, e desenvolver formas de financiamento para as atividades de P&D. Estas seriam as razões pelas quais o modelo mais comum na organização da P&D no setor elétrico ocorre de forma colaborativa sendo conduzida pelos poderes públicos.

Defeuilly e Furtado (2000) afirmam que as reformas e a abertura à concorrência, contrariamente ao que era esperado, não favoreceram a inovação tecnológica no caso do setor elétrico. Isto se deve ao fato das mudanças institucionais realizadas influenciarem desfavoravelmente as interações entre os agentes e conseqüentemente os processos de aprendizagem e desenvolvimento de competências. Dentre as razões, os autores destacam que as mudanças na filosofia política do papel do Estado e as conseqüentes restrições orçamentárias impactaram os esforços científicos e tecnológicos públicos no setor energético reduzindo os recursos destinados para a P&D, e os redirecionando para projetos de menor prazo.

Os investimentos públicos em P&D na área de energia reduziram-se de US\$ 15 milhões em 1980, quando atingiram seu ápice após o segundo choque do petróleo, para US\$ 7 milhões em 2000 (Figura 1.). Dentre estes investimentos públicos, os projetos estratégicos de P&D de longo prazo sofreram uma significativa redução nos países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que passaram a priorizar projetos de curto prazo e que estivessem em estágio mais próximo do mercado para atenderem seus objetivos mais imediatos (DOOLEY, 1998; CHESSHIRE, 1999).

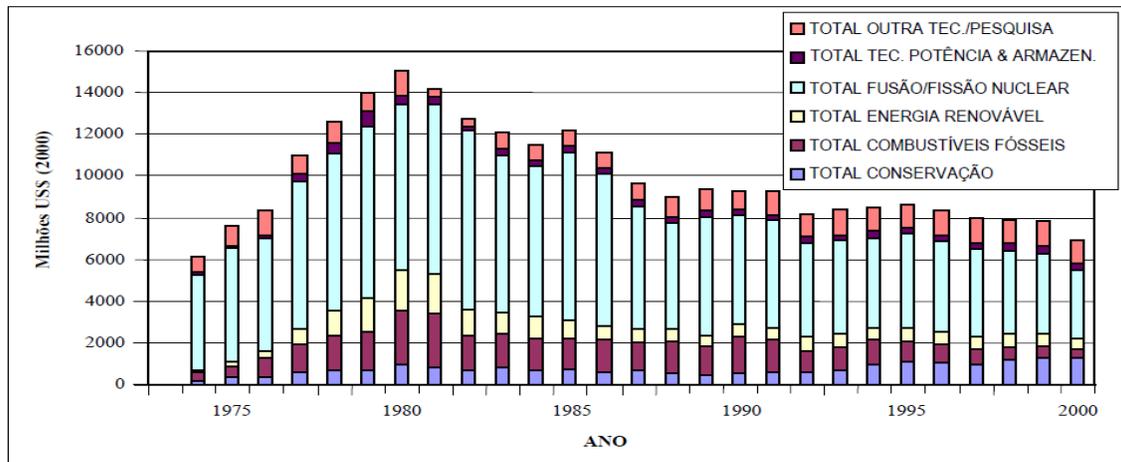


Gráfico 1. Investimentos públicos em P&D na área de energia nos países da OCDE
 Fonte: IEA (2002).

Outro estudo com conclusões semelhantes sobre os impactos das reformas liberalizantes na indústria de energia é o de Nemet e Kamenem (2007). Este trabalho revela que o gasto público em P&D do setor energético nos Estados Unidos após o pico alcançado em 1980 decresceu substantivamente até 1990 e depois se estabilizou em um patamar inferior. O gasto privado expandiu-se até 1985, porém desde então vem declinando. A liberalização econômica segundo estes autores não incentivou as empresas a aumentarem seus esforços inovativos, ao contrário, elas se centraram nas estratégias de baixo risco e de curto prazo.

Um exemplo da alteração da redução dos investimentos no setor elétrico é evidenciada nos EUA. Principalmente no que tange os recursos alocados ao EPRI através tanto do financiamento público como privado, conforme evidenciado no trabalho de Defeuilly e Furtado (2000) (Tabela 1.). A redução dos recursos privados destinados ao EPRI evidência o desinteresse pelas atividades em cooperação e, ao mesmo tempo, o afastamento de projetos voltados aos interesses coletivos de longo prazo.

Tabela 1. Evolução dos recursos destinados à P&D do setor elétrico nos Estados Unidos (US\$ milhões)

Instituição	1993	1996	1993-96 (%)
Departamento de Energia (DOE)	1117	1029	-7,9
Empresas de eletricidade (total)	708	476	-32,8
• Através do EPRI	424	300	-29,2
• Intra muros	284	176	-38,0
Total	1825	1505	-17,5

Fonte: Adaptado de Defeuilley & Furtado (2000).

Esta seção buscou analisar características específicas da indústria de energia e também os reflexos das reformas liberalizantes adotadas nos mercados de energia nos países desenvolvidos sobre as atividades de P&D. Sendo assim, destaca-se que os impactos das reformas que propiciaram a abertura à concorrência nos mercados de energia modificaram a direção e a natureza dos esforços voltados a P,D & I tanto públicos como privados. Dentre as principais consequências das reformas regulatórias sobre a atividade de P&D destacam-se: (i) redução dos investimentos públicos e privados (ii) interesse cada vez maior em P&D de curto prazo e (iii) diminuição da P&D colaborativa.

Vale ressaltar, que estes reflexos comprometem principalmente projetos estratégicos de longo prazo, capazes de gerar importantes externalidades positivas para a sociedade. Além disso, cabe notar que esta dinâmica também deve influenciar negativamente o desenvolvimento de tecnologias que demandem uma maior mobilização de recursos. E que eventualmente possam vir a se configurar como trajetórias tecnológicas inovadoras na dinâmica de funcionamento do setor elétrico. Destaca-se também a importância de se compreender o ambiente institucional no qual os agentes econômicos estão inseridos e como as mudanças introduzidas neste ambiente influenciam as organizações, a dinâmica de desenvolvimento tecnológico, e o processo de inovação.

Na seção seguinte, dada a complexidade de mecanismos regulatórios ao qual o funcionamento do setor elétricos esta condicionado, será discutida de forma ampla as influências da regulação sobre a inovação e em seguida, a influência da regulação tarifária sobre os objetivos dos projetos de P&D. Nesta análise posterior será dada ênfase ao modelo de regulação tarifária do setor elétrico brasileiro instaurado a partir de 2004.

1.2. AS ESPECIFICIDADES DO PROCESSO INOVATIVO EM AMBIENTES REGULADOS

A discussão sobre o papel da inovação no processo de desenvolvimento econômico teve início principalmente no início do século XX. Dentre os marcos conceituais iniciais a respeito dos estudos sobre a inovação residem as definições de ciclo econômico e de destruição criadora desenvolvidas por Schumpeter (1912).

Na perspectiva de Schumpeter, a inovação caracteriza-se como uma aplicação comercial ou industrial de algo novo, entendido como produto, serviço, processo, método de produção, ou ainda novas formas de modelos de negócio comerciais ou financeiras resultantes da combinação de diferentes ou novos recursos. O lucro decorre de um monopólio temporário de vantagens obtidas por meio de inovações sendo por ele considerada a forma mais eficaz de competição. Este processo é denominado de “concorrência Schumpeteriana”, e é resultado da busca constante de lucros extraordinários por parte das empresas mediante a obtenção de vantagens competitiva através da “diferenciação”, ou seja, por intermédio de inovações, diferenciarem-se das empresas concorrentes nas mais variadas dimensões do processo competitivo: tecnológicos ou de mercado (processos produtivos, produtos, serviços, insumos, modelo organizacional, mercados).

A vantagem adquirida através de inovações é perdida ao longo do tempo na medida em que a inovação é difundida no mercado ou suplantada por outras inovações. A “destruição criadora” seria, portanto o processo que altera ou insere um padrão de concorrência no mercado através da criação e introdução de novos elementos. Trata-se, então, do impulso fundamental do funcionamento da máquina capitalista. Na ótica Schumpeteriana, atribui-se à inovação e à atividade empreendedora a conotação de fatores de influência sobre a atividade econômica e, portanto, elementos importantes no desenvolvimento econômico.

Do ponto de vista da empresa inovadora, os principais efeitos da inovação residem nos ganhos de produtividade advindos da redução de custos, aumento da *performance*, da qualidade e frequentemente da monopolização ou criação de um determinado segmento de mercado. Do ângulo da estrutura econômica resulta na criação de novos setores e rejuvenescimento de antigos. Sob a ótica da concorrência, a inovação implica na criação de assimetrias competitivas,

surgimento de novas oportunidades de negócio e conseqüentemente alteração na configuração das estruturas de mercado.

Características industriais específicas, como é o caso do setor elétrico, assim como a busca constante da ampliação dos limites e atividades das organizações, pode fazer com que em determinados setores os rendimentos crescentes advindos da atividade produtiva degenerem as condições da livre concorrência ocasionando falhas de mercado. Em outros termos, o livre mercado nem sempre contribui para a eficiência do sistema econômico podendo se contrapor às vezes aos objetivos públicos do Estado de promoção do bem estar à sociedade. Pautado por este princípio, e levando em conta características da estrutura industrial de segmentos específicos, o estado pode vir a regular as relações entre as organizações que atuam nestes setores, impondo limites ou incentivos através da regulação de mercado com o objetivo de aumentar a eficiência econômica como um todo, não permitindo que ocorra um excessivo desequilíbrio em favor de uma organização (monopólio) ou de um número reduzido de organizações (oligopólio).

Tradicionalmente, os setores de serviços de infraestrutura (*public utilities*) sofrem regulação de mercado e tarifária principalmente pelas suas características industriais (presença de monopólios naturais) como pela necessidade de defesa do interesse público no oferecimento de serviços e produtos.

Vale ressaltar que a integração harmônica da regulação tarifária e a manutenção da concorrência através da regulação de mercado não é uma tarefa fácil. Ambas são necessárias para limitar o poder de mercado dos monopólios naturais e encorajar a competição, porém, ambas têm reflexos sobre a atividade inovativa. Basicamente, a regulação tarifária e de mercado visa manter a produção capitalista preservando ao menos parte dos incentivos que a propriedade privada e o sistema de mercado supostamente geram. Ao mesmo tempo, restringem a autonomia das decisões dos agentes privados, substituindo a busca do lucro por regras administrativas na determinação do comportamento da empresa regulada em certas áreas (POSSAS, 1997).

Seguindo esta linha de pensamento, ao analisar o marco regulatório voltado para o transporte de produtos químicos e seus impactos sobre a inovação, Lieggio, Oliveira e Granemann (2010) destacam que o papel regulador do Estado no que tange a manutenção da atividade inovativa deste setor deve concentrar-se em três dimensões: (i) estímulo à cooperação tecnológica e à coordenação de investimentos complementares e das expectativas de longo prazo

dos empresários; *(ii)* administração da destruição criadora ou conflitos surgidos do próprio processo competitivo; *(iii)* desenvolvimento institucional para que estas premissas sejam colocadas em prática.

Por sua vez, o trabalho conduzido por Blind (2012) destaca o quadro regulatório como um importante fator de influência sobre a inovação, podendo até mesmo ser ambivalente, influenciando de formas diferentes o processo inovativo de acordo com a maneira como a regulação é implementada. O trabalho conduzido em 21 países analisa os impactos da regulação sobre a inovação em diferentes aspectos e segmentos. Para tanto, utiliza-se da taxonomia desenvolvida pela OCDE (1997) que classifica a regulação em três categorias distintas: regulação econômica, regulação social e regulação administrativa/institucional. A seguir, serão analisadas as principais características relacionadas a cada uma destas classes de regulação e seus principais impactos sobre a inovação.

1-Regulação Econômica

A regulação econômica pode se focar em diferentes formas de regulação são elas: políticas de competitividade, regulação tarifária, regulação de entrada no mercado e a regulação de mercado em setores tradicionalmente considerados monopólios naturais. Em geral, políticas de competitividade aumentam o incentivo para as empresas investirem em inovação principalmente em um contexto onde a competitividade se intensifica. Porém, se a competição se intensifica em um nível onde as atividades imitativas tornam-se mais atrativas, o impacto positivo pode se tornar negativo (AGHION et al. 2005). Além disso, se a regulação restringir a cooperação entre empresas é possível que ganhos de eficiência advindos da relação entre diferentes empresas seja comprometido.

A regulação de monopólios como é o caso de setores de infraestrutura é um assunto recorrente, especialmente a regulação tarifária de serviços em rede como é o caso da indústria de energia. O estudo conduzido por Stiglitz (1975) nos EUA destaca a importância de contratos entre o órgão regulador e a empresa regulada que definam os padrões de qualidade e o preço do serviço previamente. Em suma, destaca-se, que se a empresa regulada puder se apropriar dos lucros advindos da inovação refletidos em ganhos de produtividade, incentivos à inovação são criados. Do contrário, se a regulação capturar todos os ganhos advindos da inovação as empresas não identificam nenhum incentivo para inovar. Isto implica que se a tarifa regulada aplicada

permitir que as empresas inovadoras assegurem um percentual mínimo de seus lucros espera-se que os incentivos a inovação aumentem (BLIND, 2012)¹⁰.

2-Regulação Social

Em relação aos impactos da regulação social sobre a inovação é importante mencionar que esta relação foi menos analisada do que as demais. As principais discussões dizem respeito à importância crescente da regulação ambiental e sua capacidade de fomentar o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias com menor impacto ambiental. Estas discussões pressupõem o surgimento de uma nova indústria ambiental advinda de um maior rigor regulatório capaz de induzir o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, Kemp (1998) propõe usar a regulação social/ambiental como um direcionador da mudança tecnológica.

Na mesma linha, a hipótese seminal desenvolvida por Porter e Van Der Linde (1995) defende que restrições ambientais regulatórias rigorosas se configuram em um primeiro momento como um desafio para as empresas. Porém, no longo prazo tais restrições poderiam influenciar positivamente a competitividade industrial internacional de setores específicos uma vez que atuam diretamente na indução de novos esforços de P&D, essencial para o surgimento de uma indústria supostamente mais eficiente do ponto de vista ambiental, com melhor capacitação e conseqüentemente, maior potencial de exportação destas tecnologias no longo prazo.

3-Regulação administrativa

A regulação administrativa ou institucional diz respeito ao modelo institucional adotado e seus reflexos sobre a capacidade inovativa. Destacam-se duas vertentes. A primeira aborda a questão das restrições regulatórias em relação à responsabilidade das empresas sobre seus produtos e a segunda, o impacto da manutenção dos direitos de propriedade intelectual sobre o desenvolvimento de inovações (Quadro 2).

Em relação ao impacto da manutenção dos direitos de propriedade intelectual sobre a inovação o dilema reside entre a invenção e difusão da inovação, por um lado uma forte atuação

¹⁰ O mecanismo de regulação tarifária no SEB será discutido com maior profundidade no capítulo 2.

através do registro de patentes encoraja a inovação, por outro lado, uma fraca proteção resulta em uma rápida e ampla difusão destas invenções no mercado. Assim destaca-se que tanto os regimes fortes como os fracos de apropriabilidade, cruciais para o esforço da inovação, são sempre afetados pela regulação.

Quadro 2. Efeitos positivos e negativos das regulações administrativas / Institucionais sobre a inovação.

Tipo de regulação	Efeitos negativos	Efeitos positivos
Responsabilidade do produto	Elevada responsabilidade do produto reduz o incentivo para desenvolver inovações e levá-las ao mercado	Aumenta a aceitação de novos produtos legitimando-o frente aos consumidores e promove a difusão se configurando como um incentivo
Direitos de propriedade intelectual	Restringe o desenvolvimento (via patentes) e a difusão de novas tecnologias e produtos	Cria incentivos adicionais ao investimento em P&D uma vez que proporciona a apropriação temporária dos direitos de monopólio

Fonte: Adaptado de Blind (2012).

A discussão conduzida por Gann, Wang e Hawkins (1998) ao analisarem a política regulatória voltada à construção de edifícios na Inglaterra ressaltam o papel da regulação em relação aos seus objetivos finais. Neste debate, duas vertentes importantes podem ser identificadas, aqueles que defendem uma regulação voltada a satisfazer objetivos primários pré-definidos e aqueles que defendem a regulação direcionada à criação de uma estrutura onde a inovação tecnológica poderá surgir.

Especificamente, a discussão reside em escolher entre um aporte prescritivo (que define pré requisitos fundamentais como o material a ser utilizado, peso e design) ou um aporte baseado no desempenho (*performance*) (que define apenas o objetivo final da regulação, por exemplo, nível de isolamento térmico dos materiais utilizados). Dentre as conclusões do trabalho, destaca-se que o aporte prescritivo afeta a inovação no nível do produto, enquanto que a escolha de padrões regulatórios baseados na *performance* encorajam a inovação sistêmica. Isto é, em

diferentes etapas da cadeia produtiva de determinado produto, o que implica em sinergia entre os diferentes agentes da cadeia de valor. O principal argumento defendido pelos autores ressalta que quando a regulação nos edifícios é tratada de forma estática os objetivos regulatórios de fomento a inovação tem uma atuação limitada, ao passo que quando a regulação é compreendida dentro de um contexto de desenvolvimento social e tecnológico dinâmico a regulação pode estimular o processo inovativo num contexto sistêmico influenciando diferentes segmentos da cadeia produtiva de forma sinérgica.

Esta seção buscou analisar de forma breve a influência de diferentes mecanismos regulatórios sobre a inovação. Sendo assim destaca-se que tradicionalmente diferentes mecanismos regulatórios são adotados pelo poder público no setor elétrico com o objetivo de coordenar as atividades do setor. Dentre estes destacam-se a regulação de mercado, a regulação tarifária, a regulação dos índices de qualidade do serviço prestado e a regulação das atividades de P&D.

1.3. PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL, REGULAÇÃO, E AS INFLUÊNCIAS SOBRE A P,D & I

A questão do desenvolvimento e difusão de alternativas tecnológicas voltadas ao setor eletro energético trata de um tópico importante do ponto de vista econômico, científico e político e envolve preocupações sociais ligadas principalmente ao meio ambiente, a capacidade de crescimento sustentada¹¹, e a segurança energética dos estados soberanos¹². Segundo Devezas, LePoire, Matias e Silva (2008) na última década estas preocupações têm convergido e se intensificado, influenciando a percepção social de que mudanças profundas, permeadas por forte incerteza, estão em andamento com importantes reflexos no contexto tecnológico voltado a geração, transmissão e distribuição de energia.

A necessidade de desenvolvimento e difusão de novas tecnologias voltadas ao setor energético e seus impactos sobre o meio ambiente e a sociedade tem sido (dentre outros) um importante tópico de discussão tanto no âmbito global¹³, como em diversos países e regiões. Atualmente, a necessidade de transição para um contexto de geração de energia de menor impacto ambiental é um tema recorrente que tem como ponto central a discussão sobre o fomento, através de medidas regulatórias, à utilização de fontes renováveis de energia alternativas¹⁴ e ao aumento da eficiência energética.

Sendo assim, o objetivo desta seção é discutir como o crescente aumento das preocupações sociais e ambientais, materializadas em forma de diferentes medidas regulatórias

¹¹ Entende-se por sustentabilidade o conceito desenvolvido no relatório Brundtland (1987) “*o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades*”.

¹² Pelo fato da energia tratar-se de insumo essencial a diferentes atividades produtivas e importante elemento de dependência estratégica entre os países.

¹³ Debatidos em conferências mundiais como, por exemplo, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, e recentemente a COP-15, 15ª Conferência das Partes, realizada pela UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. E também em diferentes instâncias como, por exemplo, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) criado pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1988.

¹⁴ Tecnologias de energias renováveis dependem do uso dos recursos naturais como: a radiação solar, o vento (eólica), a biomassa, e o potencial hidromecânico de rios, ondas e marés (hídrica).

voltadas ao fomento e difusão de novas tecnologias de menor impacto ambiental podem vir a se configurar como elemento norteador para o desenvolvimento de novas demandas para os esforços de P,D & I no setor eletro energético.

Devezas, LePoire, Matias e Silva (2008) abordam a questão destacando que a transformação dos sistemas energéticos é caracterizada principalmente pela substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia. Segundo os autores, esta substituição vem sendo guiada principalmente por mecanismos de mercado e por políticas regulatórias governamentais, uma vez que requer o desenvolvimento de novos materiais, produtos e tecnologias.

Segundo Elliott (2000), as recentes transformações nos sistemas de energia indicam a emergência de um novo paradigma energético. Estas transformações na indústria de energia fariam parte de um conjunto de mudanças relacionadas ao novo paradigma Técnico Econômico¹⁵ fruto da interação entre padrões sociais e tecnológicos que em conjunto vêm se alterando. Portanto, segundo este autor, o desenvolvimento e difusão de tecnologias sustentáveis são apenas uma parte do processo de transformação que também requer mudanças sociais. Em suma, o desenvolvimento de tecnologias de menor impacto ambiental requer o estabelecimento de um contexto social e institucional adequado, que proporcione uma infraestrutura técnica habilitada, com redes de financiamento eficazes e profissionais capacitados em conjunto com um processo de aceitação social.

Elliot (2000) discute os indícios que caracterizam a emergência de um novo paradigma energético (Quadro 3). Este autor destaca que, tradicionalmente, a ênfase da produção se encontra na produção em larga escala utilizando tanto fontes hídricas como combustíveis fósseis não renováveis ou advindos da fissão nuclear. A produção é tradicionalmente gerenciada por

¹⁵ Compreendido como vetor de uma mudança social e econômica mais ampla, como definido por Freeman e Perez (1988) que representam um salto qualitativo na produtividade potencial para diferentes segmentos da economia com conseqüente abertura de uma gama extraordinariamente ampla de oportunidades de investimento e lucro. Por mudança de paradigma subentende-se uma transformação radical do senso comum da engenharia e gestão predominantes para uma busca de maior produtividade e lucratividade que depende fortemente de um alinhamento eficaz da estrutura institucional e o contexto social.

instituições centralizadas que detêm o monopólio do mercado. Segundo o autor, o novo padrão emergente está baseado em uma produção energética em menor escala, operando de forma descentralizada, utilizando fontes renováveis em um ambiente de mercado liberado no qual a utilização de tecnologias da informação e comunicação e a incorporação do conceito de sustentabilidade vêm se tornando uma importante forma de agregar valor a produtos e serviços.

Quadro 3. Uma mudança de paradigma energético?

	Paradigma convencional	Novo paradigma energético
Fonte de combustível	Estoques finitos	Fluxos renováveis
Tipo de Energia	Concentrado	Diversificada
Tecnologia	Grande escala	Pequena escala
Geração	Centralizada	Descentralizada
Impacto ambiental	Alto, global	Pequeno, local
Mercado	Monopolizado	Liberado

Fonte Elliot, (2000).

1.3.1. Os mecanismos regulatórios no fomento a tecnologias de menor impacto ambiental e sua influência nas atividades de P,D & I

A introdução de novas tecnologias no setor energético com menor impacto ambiental tem sido um processo lento. Dentre as razões destaca-se que na avaliação econômica, as vantagens ambientais advindas das novas tecnologias nem sempre são reconhecidas, tornando as antigas opções, do ponto de vista econômico, ainda rentáveis.

O objetivo deste tópico é apresentar as principais medidas regulatórias relacionadas ao fomento e difusão de tecnologias de menor impacto ambiental e discutir suas influências sobre o planejamento das atividades de P,D & I do setor elétrico.

Segundo Elliot (2000), dentre os desafios que se apresentam a utilização das fontes renováveis alternativas destaca-se o fato de que estas se inserem em um contexto institucional, industrial e de mercado ultrapassados, uma vez que a estrutura de suporte ainda não está devidamente adequada a sua inserção. Nesta mesma linha, Unruh (2000, 2002), Unruh e Hermsilla (2006) explicitam o que por eles é considerado um paradoxo. Segundo os autores, se existe um consenso de que os impactos ambientais das tradicionais formas de geração de energia são uma ameaça ao bem estar da raça humana, e, considerando que a capacidade tecnológica

para reverter esta ameaça é acessível e até mesmo rentável, por que a difusão destas novas tecnologias de menor impacto ambiental não estaria se dando de forma mais acelerada?

Segundo os autores, a explicação para este paradoxo é que existem barreiras que vêm influenciando positivamente a inércia dos sistemas responsáveis pelos padrões de geração de energia. Tais influências têm direcionado escolhas por parte de agentes econômicos e políticos e seriam resultado de um bloqueio (*lock in*) nas antigas fontes de geração baseadas no carbono. Tal bloqueio, estaria condicionado a um processo de coevolução institucional relacionado à dependência do caminho (*path dependence*)¹⁶. O conceito de Complexo Técnico Institucional é apresentado pelos autores para representar a ideia de que o *lock-in* ocorre através de interações combinadas entre os sistemas tecnológicos¹⁷ e as instituições governamentais que impõem barreiras à ampla difusão de novas alternativas tecnológicas (UNRUH, 2000, 2002; UNRUH E HERMOSILLA, 2006).

Na mesma temática, Jacobsson e Bergek (2004) ao analisarem a evolução dos diferentes sistemas tecnológicos relacionados à indústria eólica alemã, sueca e dinamarquesa destacam diversos mecanismos de indução e de bloqueio às fontes renováveis alternativas. No que tange a indução: (i) políticas governamentais de atuação focadas tanto na demanda como na oferta de novas tecnologias, (ii) atividades relacionadas à entrada de novas empresas no mercado, que vêm proporcionando a geração de novos conhecimentos, suprimento de recursos e influenciam o desenvolvimento de novos designs nos diferentes campos tecnológicos, e (iii) a retroalimentação de informações advindas do mercado.

No que tange os mecanismos de bloqueio: (i) incerteza, em termos tecnológicos e de mercado, (ii) falta de legitimidade de novas tecnologias na percepção dos diferentes agentes, (iii) baixa conectividade, em termos de aprendizado e de redes políticas entre os diferentes atores envolvidos, (iv) comportamento ambíguo e de resistência de fornecedores de energia estabelecidos e de fornecedores de equipamentos, em relação a adoção de tecnologias de menor

¹⁶ A dependência do caminho (*Path dependence*) refere-se a como um conjunto de decisões que se enfrenta para qualquer circunstância é limitada pelas decisões tomadas no passado, mesmo que as circunstâncias passadas tenham pareçam ter menor relevância.

¹⁷ A temática dos sistemas tecnológicos será abordada na seção seguinte.

impacto ambiental (v) políticas governamentais contraditórias que não definem objetivos concretos ou acabam por direcionar a busca para objetivos ambíguos. Segundo os autores, o principal desafio da política regulatória seria criar as condições para que os processos de cumulatividade causais ocorram em uma variedade de novas tecnologias energéticas simultaneamente (JACOBSSON, BERGEK, 2004).

Walz, Schleich e Ragwitz (2008) ao analisarem o sistema de inovação¹⁸ tecnológico dos EUA voltado especificamente para energia eólica apresentam o triplo desafio regulatório relacionado à difusão de novas opções de menor impacto ambiental, que engloba: (i) a regulação voltada à utilidade pública, (ii) a regulação ambiental e (iii) a regulação que engloba a pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Figura 1.). Segundo os autores, o estudo de caso do fomento ao desenvolvimento e difusão de novas tecnologias alternativas voltadas ao setor energético é peculiar principalmente pelos diferentes mecanismos e objetivos regulatórios ao qual estão submetidos.

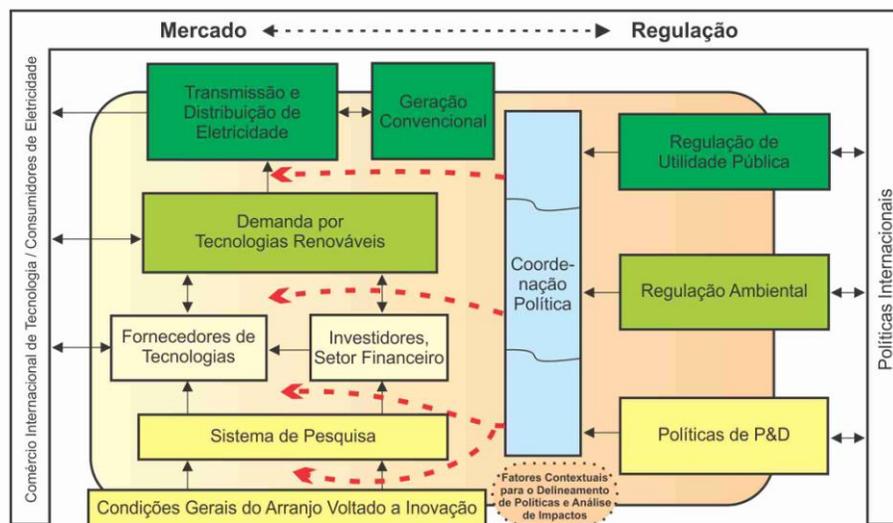


Figura 1. O triplo desafio regulatório voltado às fontes renováveis alternativas
Fonte: Adaptado de Walz, Schleich, Ragwitz (2008).

¹⁸ A temática a respeito da abordagem de sistemas de inovação voltada ao fomento e difusão de novas tecnologias será discutida no item 1.5.

Os autores destacam o papel regulatório tanto na demanda como na oferta de tecnologia¹⁹. Do lado da demanda trata-se de políticas que criam condições para que o setor privado invista em P,D & I como, por exemplo: o estabelecimento de contratos de compra de longo prazo da produção energética (*feed-in tariffs*), subsídios à produção, estabelecimento de sistemas de quotas de energia proveniente de fontes renováveis alternativas e taxaço de tecnologias competitivas. Ou seja, favorecem a criação de demanda sendo um pré-requisito para a formação de mercado (WALZ, SCHLEICH, RAGWITZ, 2008).

No âmbito da oferta destacam-se políticas de subsídio a P&D que não apenas afetam o suprimento de recursos, mas também direcionam os esforços de pesquisa facilitando a troca de informações. Além destes mecanismos, vale ressaltar a importância da estabilidade das políticas institucionais e a visão de longo prazo que tanto influenciam o direcionamento da P&D como legitimam os sistemas tecnológicos incipientes. Dentre as conclusões do estudo, destaca-se a importância da complementaridade da atuação regulatória na demanda e dos subsídios a P&D para a difusão das novas tecnologias voltadas ao setor energético.

Seguindo esta mesma linha, Gautesen e Midttun (2007) ressaltam o debate europeu sobre os mecanismos regulatórios disponíveis no fomento ao desenvolvimento e difusão de novas tecnologias com menor impacto ambiental. Os autores argumentam que analisando a questão do ponto de vista dos estágios de desenvolvimento do produto existe a necessidade de complementaridade através da adoção tanto de tarifas do tipo *feed in* como de certificados de energia limpa. Os autores concluem que levando em consideração os estágios de desenvolvimento do produto a atuação regulatória adquire um caráter dinâmico. Este caráter dinâmico permite o desenvolvimento contínuo de soluções tecnológicas desde o estágio de experimentação até o estágio de maturação necessário para o lançamento do produto no mercado de forma competitiva.

¹⁹ Reconhecendo o papel que a tecnologia desempenha no crescimento econômico e o papel da inovação (Solow, 1956; Schumpeter, 1961). A partir da década de 60 se consolidou o debate sobre quais fatores influenciam mais fortemente a mudança tecnológica: mudanças nas demandas de mercado ou avanços científicos (oferta de tecnologia).

Esta seção buscou analisar a relação entre o aumento crescente das preocupações sociais e ambientais, as transformações na estrutura produtiva da indústria de energia e a possibilidade de ações institucionais regulatórias serem capazes de direcionar os esforços de P,D & I voltados a novas tecnologias de menor impacto ambiental. Em suma, destaca-se que a ação regulatória institucional embasada pela percepção social da necessidade de redução de impactos ambientais, é um componente importante no planejamento das atividades de P,D & I por parte dos agentes envolvidos no setor. O ponto ressaltado aqui é de que a ação regulatória adquire conotação estratégica no planejamento das atividades de P,D & I, tanto por seu caráter de obrigatoriedade, como também, pela capacidade de que medidas regulatórias específicas sejam capazes de alterar condições do mercado gerando oportunidades de investimento mais rentáveis. Tais medidas, conforme foi discutido, são capazes de atuar tanto na oferta e na demanda de tecnologias como na legitimação de tecnologias incipientes o que por sua vez do ponto de vista das concessionárias de energia possibilitam a emergência de novas oportunidades e demandas voltadas a atividade de P,D & I.

1.4. NOVAS TECNOLOGIAS E AS OPORTUNIDADES ADVINDAS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS REDES INTELIGENTES NOS SISTEMAS ELÉTRICOS

A modernização das tecnologias de geração, transmissão, distribuição e uso final de energia representam uma transformação no gerenciamento de Sistemas de Energia Elétrica (SEE). Esta transformação tem permitido ao setor energético abordar questões que vão desde as preocupações socioambientais, até questões relacionadas ao modelo de negócio das empresas de energia. Sendo assim, esta seção tem o objetivo de apresentar e discutir os possíveis impactos do desenvolvimento destas novas tecnologias sobre a indústria de energia elétrica e consequentemente sobre as demandas da P&D.

Dentre as possibilidades advindas da modernização das tecnologias de geração, transmissão, distribuição e uso final de energia nos SEE destacam-se a atualização das instalações com foco no aumento da eficiência energética e a possibilidade de proporcionar ao usuário final maior participação no planejamento e operação do sistema através de novos produtos e serviços. Essa nova concepção de SEE pautada principalmente pela utilização intensiva de tecnologias de automação, computação e comunicações na rede elétrica tem sido denominada genericamente como “Redes inteligentes” ou *Smart Grid*.

A expressão “*Smart Grid*” deve ser entendida como um conceito mais do que como uma tecnologia ou equipamento específico. Baseia-se na utilização intensiva de tecnologia de automação, computação e comunicações na rede elétrica, as quais permitirão a implantação de estratégias de controle e otimização da rede de forma mais eficiente que as atualmente em uso (FALCÃO, 2010).

A Plataforma Tecnológica Europeia de *Smart Grids* no documento que define a agenda estratégica de pesquisa sobre o tema na Europa²⁰, define o *Smart Grid* como a rede elétrica que inteligentemente integra as ações de todos os usuários nela conectados— geradores, consumidores, e aqueles responsáveis por ambos – a fim de entregar de forma eficiente, sustentável, econômica e segura suprimento energético. Uma iniciativa de *Smart Grid* contém

²⁰ European Technology Platform SmartGrids (2012): *Strategic Research Agenda Update of the SmartGrids SRA 2007 for the needs by the year 2035*.

produtos e serviços inovadores que juntos são monitorados e controlados de forma conjunta e proporcionam de forma genérica os seguintes atributos:

- Facilidade de conexão e operação de geradores na rede de diferentes tamanhos e tecnologias.
- Permite que os consumidores participem na otimização da operação do sistema.
- Permite que os consumidores tenham maiores informações sobre seu suprimento e proporciona maior liberdade de escolha sobre o fornecedor.
- Viabiliza e beneficia-se de mercados competitivos de energia, favorecendo o mercado varejista e a micro geração.
- Reduz significativamente os impactos ambientais de todo o sistema de energia elétrica.
- Aumenta os níveis de confiança e segurança no suprimento através de contínuo auto monitoramento (ETP, 2012).

A convergência acentuada da infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia com a infraestrutura de comunicações e processamento de dados trata de uma importante característica das redes inteligentes. Em suma, o desenvolvimento de tecnologias digitais como, por exemplo, a tecnologia “*Power Line Communication – PLC ou BPL Broadband over Power Line*” tem a possibilidade de revolucionar o setor. Esta categoria de tecnologias é uma nova alternativa de telecomunicações para as empresas do setor de energia, principalmente as de transmissão e distribuição uma vez que tal convergência permite o compartilhamento da infraestrutura de transmissão e distribuição para comunicação de dados.

Além disso, vale destacar que a convergência dos setores de energia e telecomunicações associadas ao estabelecimento de protocolos de troca de dados entre equipamentos permitirá a troca de informações entre os chamados IEDs (*Intelligent Electronic Devices*) permitindo ações de controle (isoladas ou não) entre os diversos segmentos da rede elétrica. Essa convergência de tecnologias exigirá o desenvolvimento de novos métodos de controle, automação e otimização da operação do sistema elétrico, com forte tendência para utilização de técnicas de resolução distribuída de problemas baseadas na utilização de diferentes agentes (FALCÃO, 2010).

Segundo Pascalicchio (2011) o processo de revolução do setor elétrico poderia ser também contextualizado como um processo de evolução, uma vez que se trata da incorporação

de uma série de conceitos do setor de telecomunicações cada vez mais presentes na sociedade. Segundo este autor, o processo ainda é incipiente no mercado de equipamentos eletromecânicos. Porém, progressos começam a ser visíveis no desenvolvimento de aplicações específicas no desenvolvimento de padrões de comunicação entre equipamentos e na definição de aspectos regulatórios pontuais²¹.

Froés e Januzzi (2011) ao analisarem especificamente o mercado brasileiro de energia destacam os seguintes aspectos que deverão ser analisados e organizados no âmbito das empresas de energia visando à operação efetiva das redes inteligentes: (i) a conexão de fontes distribuídas de energia, (ii) a implementação de redes de informação e financeiras, (iii) a gestão da segurança das informações e dos dados de consumo dos usuários e (iv) o papel do consumidor no uso eficiente da energia.

A transformação dos SEE através da implantação do *Smart Grid* deverá acontecer de forma incremental e gradual tanto no que tange a adoção das tecnologias associadas à rede inteligente como sua expansão geográfica nos SEEs: novas tecnologias de automação, computação e comunicação serão introduzidas em partes da rede, formando bolsões de sub redes com as características da *Smart Grid*, operando em conjunto com a antiga rede. Além disso, vale ressaltar que a aplicabilidade e impacto do conceito de *Smart Grid* diferem de acordo com o segmento da cadeia produtiva de geração, transmissão, distribuição e comercialização (FALCÃO, 2010).

Neste sentido, é esperado que no segmento de geração o impacto direto seja reduzido uma vez que as funcionalidades das redes inteligentes estão mais voltadas à inserção da geração distribuída. No segmento de transmissão, o impacto é maior devido principalmente à modernização dos sistemas de Monitoração, Controle e Proteção Amplos (*Wide Area Protecting and Control – WAMPAC*). O maior impacto é esperado no segmento de distribuição e no uso final de energia por parte do consumidor final. Na distribuição principalmente pela introdução de

²¹ Como por exemplo o caso do Brasil onde a Resolução Normativa nº375 de Agosto de 2009 regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais.

A implantação da rede inteligente no Brasil será abordada com maior profundidade no item 2.4 do capítulo 2.

sistemas de medição centralizada, medidores inteligentes e pela automação e digitalização das redes (FALCÃO, 2009).

No que tange ao consumidor final, é importante destacar que o aumento da participação deste no controle e uso da energia, assim como a possibilidade de avaliar novas opções de suprimento também representa uma transição no modelo de negócio das empresas de energia. No modelo tradicional em que ocorre a garantia das condições de suprimento de energia, a atuação do usuário final é passiva o que caracteriza um modelo de negócio baseado na oferta (*Supply-Side-Management*). Por outro lado uma atuação ativa do usuário final caracteriza um modelo de negócio baseados na demanda (*Demand-Side-Management*) o que por sua vez potencializa o desenvolvimento de novos ativos complementares por parte da empresa prestadora do serviço, como por exemplo, a criação de novos produtos e serviços como parte de uma estratégia de diversificação e fidelização de clientes.

O relatório desenvolvido periodicamente pelo departamento de Energia americano *Smart Grid System Report US* em sua edição de 2009 destaca as seguintes áreas como escopo de atuação do *Smart Grid*: (i) coordenação regional e nacional das funções interrelacionadas de um sistema elétrico, o que inclui: balanceamento de carga entre diferentes regiões, coordenação dos operadores independentes, operacionalização das transações de mercado e a coordenação das demandas energéticas em situações de emergência, (ii) tecnologias voltadas à inclusão da geração distribuída, (iii) possibilidade de armazenamento de energia e recursos tecnológicos que proporcionam uma maior participação no gerenciamento da demanda, (iv) infraestrutura de transmissão e distribuição, que inclui: a automação das subestações permitindo o aumento da comunicação e coordenação com consequências sobre o nível de eficiência e segurança do sistema. (v) redes de informação e financeiras advindas da inserção de tecnologias da informação e de comunicação. O estabelecimento de redes de comunicação são pedras angulares do sistema de *Smart Grid*, que, uma vez incorporados, espera-se que transcenda áreas de atuação específicas devido principalmente pelas diferentes possibilidades advindas da comunicação entre diferentes equipamentos com capacidade de monitoramento direto do usuário final (DOE, 2009).

O relatório também dá ênfase na capacidade que as redes inteligentes possuem de possibilitar a criação de novos produtos, serviços e mercados. Em suma, ressalta que em mercados de energia bem concebidos e operados de forma eficiente o *Smart Grid* pode revelar

diversas opções de serviços aos usuários finais rentáveis para as empresas de energia. Sendo assim, o relatório destaca que um acompanhamento dinâmico do consumo de energia por parte dos usuários finais influenciaria sua percepção de valor, o consumidor, portanto também se tornaria mais responsivo a variações nas políticas de preço dos provedores de energia (DOE, 2009).

As redes inteligentes, ao proporcionar a criação de novos produtos, serviços e mercados influenciariam os padrões de concorrência da indústria de energia elétrica uma vez que agregariam novas variáveis ao gerenciamento do consumo energético por parte do usuário final. Dentre estas, destacam-se: o tipo de fonte energética, a quantidade de energia, a capacidade de transmissão, a localização do ponto gerador, o tempo e a qualidade do serviço, os serviços de gerenciamento do consumo e a possibilidade de venda de energia advinda da autoprodução.

Lester e Hart (2012) ao avaliarem o sistema de inovação energético americano destacam o processo futuro de desintegração vertical como uma tendência de longo prazo na indústria de energia elétrica e vislumbram a competição no setor baseada na competição entre segmentos horizontais do mercado seguindo o mesmo padrão de outros setores como, por exemplo, a indústria de computadores e a automobilística. Segundo os autores, a tendência é de que os principais segmentos competidores serão a geração de energia no atacado, as vendas de energia no varejo, e a provisão e gerenciamento de serviços energéticos aos usuários finais. A tendência seria de que a concorrência entre estes segmentos se consolidaria como um importante direcionador da inovação no setor e consolidaria uma estrutura diferente da antiga verticalmente integrada e caracterizada principalmente por decisões do tipo *Top Down*.

Do ponto de vista dos provedores de energia destaca-se que os investimentos na rede inteligente caracterizam-se como intensivos em capital podendo abarcar diferentes áreas geográficas e incluir diferentes empresas. Dentre os ganhos operacionais destacam-se: redução dos custos de medição da energia, redução do número de operações no campo, maior acuracidade nas medições de consumo, acompanhamento em tempo real das condições do sistema e possibilidade de inserção de diferentes fontes geradoras na rede (DOE, 2009).

Esta seção teve como objetivo discutir o impacto da adoção do conceito de redes inteligentes nos sistemas elétricos. Em suma, destaca-se que a convergência da infraestrutura da indústria elétrica com a infraestrutura de comunicações e processamento de dados é uma

importante característica das redes inteligentes. Esta transformação representa possibilidades de ganhos para as empresas de energia advindos principalmente da redução de custos, assim como, a possibilidade de criação de novos produtos e serviços. O conceito de *Smart Grid* deverá possibilitar uma maior participação do usuário final no gerenciamento de sua demanda adicionando variáveis que até então estavam fora de seu controle (escolha da fonte geradora, venda de energia auto produzida, quantidade de energia comprada, capacidade de transmissão, localização do ponto gerador, serviços de gerenciamento da demanda, tempo e qualidade do serviço e disponibilização do excedente na rede) criando assim novos padrões de concorrência na indústria elétrica e conseqüentemente novas demandas para as atividades de P,D & I relacionadas a novos produtos e serviços ao usuário final.

1.5. A ABORDAGEM DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA INOVATIVA DO SETOR ELETRO ENERGÉTICO.

Os modelos de sistemas de inovação (SI) foram tradicionalmente aplicados sobre um enfoque de sistemas de inovação nacionais (SNI). Recentemente esta abordagem também tem sido aplicada para analisar setores industriais (CARLSSON ET AL., 2002, MALERBA, 2002) e capacitações tecnológicas específicas (JACOBSSON E BERGEK, 2004; BERGEK, HEKKERT E JACOBSSON, 2008). Basicamente o que todas estas abordagens têm em comum é que compartilham a visão de que o processo inovativo pode ser melhor explicado caracterizando os componentes do sistema e como estes interagem. Especificamente seus atores, redes de relacionamento e instituições (incluindo as normas regulatórias).

Em resumo, a abordagem de sistemas de inovação explicita a importância das interações sistêmicas entre vários componentes de uma invenção, a pesquisa, a mudança técnica, o aprendizado e a inovação. Tais interações possuem múltiplas fontes internas e externas de informação e conhecimento advindos de diferentes classes de atores e instituições. Essas interações criariam uma interdependência sistêmica, não formal, nos sistemas produtivos dos respectivos atores, dando origem ao que passou a ser denominado de “Sistema de Inovação”.

A ideia central da abordagem do SI é a noção de que o que aparece como inovação a nível agregado é de fato o resultado de um processo interativo que envolve muitos atores no

nível micro, e que ao lado das forças de mercado muitas dessas interações são governadas por instituições não mercantis.

A eficiência deste processo observado no nível macro depende, portanto, do comportamento dos atores individuais, além das instituições que regem a sua interação. Não surpreendentemente, os economistas na tradição institucional de estudos de inovação (FREEMAN, 1987, e LUNDVALL, 1992) e estudiosos de teorias evolucionistas (NELSON & WINTER, 1982) tornaram-se os mais fortes defensores da noção de sistemas de inovação uma vez que deste ponto de vista refere-se a um processo contínuo em que as instituições (hábitos, práticas e regras) coevoluem através de processos de aprendizagem desempenhando um papel central na geração de inovação e na mudança tecnológica.

O conceito de SNI dá ênfase nas interações entre instituições e atores, principalmente aqueles ligados à área de Ciência e Tecnologia (C & T) (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992, NELSON, 1993, METCALFE 1995). A análise destes autores foca-se no papel da política tecnológica em diferentes países, considerando certo período de tempo. Estas análises envolvem organizações de P&D, universidades, institutos de pesquisa, agências regulatórias e políticas de governo.

A abordagem do SNI foca a discussão no papel central do Estado como um agente de coordenação, razão pela qual, tem atraído ao longo dos anos a atenção dos formuladores de políticas dado o reconhecimento explícito da necessidade de complementação de políticas específicas voltadas ao fortalecimento de pontos particulares do sistema com reflexos na capacidade produtiva dos países.

Freeman (1987), caracteriza o SNI como a rede de instituições tanto na esfera privada como na esfera pública, nas quais atividades e interações se iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias. Lundvall (1992) apresenta uma conceituação mais ampla e conceitua o SNI como todos os componentes e aspectos da estrutura econômica assim como, o arranjo institucional que afeta o aprendizado organizacional. Nelson (1993) por sua vez, caracteriza o SNI como o conjunto de instituições que através de suas interações determinam a *performance* inovativa nacionais. Metcalfe (1995) destaca o SNI como o conjunto de instituições que em conjunto ou separadas contribuem para o desenvolvimento e difusão de novas

tecnologias e que provém o modelo institucional onde governos formulam e implementam políticas específicas no intuito de influenciar a inovação.

O conceito de Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) foi desenvolvido por Malerba (2002) e proporciona uma visão multidimensional integrada e dinâmica de um determinado setor industrial. Esta abordagem será utilizada posteriormente no capítulo 3 como substrato teórico para a análise dos diferentes atores, suas relações e regras de coordenação institucional que compõem o sistema setorial de inovação elétrico brasileiro. O conceito de SSI pressupõe que cada setor possui uma base de conhecimentos, tecnologias, insumos e demandas específicas. Os agentes são organizações em diferentes níveis que interagem através de processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, concorrência e de comando. Tais interações são moldadas por instituições, que assim como no conceito de SNI, se transformam através de um processo de coevolução de seus vários elementos²².

O trabalho de Malerba (2002) destaca os seguintes elementos de um SSI: (i) seus produtos, (ii) agentes, como por exemplo, empresas, universidades, instituições financeiras, governos centrais e regionais, (iii) conhecimento e processos de aprendizado, (iv) interrelações e complementariedades de tecnologias básicas, insumos e demandas, (v) mecanismos de interação entre as empresas do setor e externas, envolvidas em processos tanto de mercado como externo ao mercado, (vi) processos de competição e seleção, (vii) instituições, compreendidas como padrões de produção, regulamentação e mercado de trabalho.

Walz, Schleich, Ragwitz (2008) utilizando a abordagem de sistemas de inovação tecnológicos na análise das atividades de P,D & I voltadas às tecnologias renováveis destacam que a utilização da abordagem de sistemas de inovação possibilitou uma série de conclusões²³, dentre elas destacam-se:

²² Para um maior aprofundamento na temática da coevolução institucional recomenda-se, Nelson (1994) *The co-evolution of technology, Industrial Structure, and Supportinng Institutions*.

²³ Foxon *et al.* (2005), Rogge e Hoffmann (2010), usaram e justificaram, respectivamente, a abordagem de sistemas de inovação para estudos do setor elétrico no Reino Unido, na Alemanha e no setor de energia em vários países da Europa. Jacobsson e Bergek (2004), Bergek, Hekkert, Jacobsson (2008) aplicam os conceitos analíticos de sistemas de inovação tecnológicos para discutir a emergência de novas tecnologias voltadas a fontes de energia renováveis na Alemanha, Suécia e Holanda.

- A inovação consiste de diferentes mecanismos de retroalimentação (*feedbacks*) entre a invenção, o desenvolvimento da tecnologia e sua difusão;
- A inovação está incorporada na produção de conhecimento, desenvolvimento sócio econômico e coordenação institucional;
- A interação entre produtor e usuário e o aprendizado no mercado são importantes para a inovação e sua difusão;
- Por um lado existe a necessidade de uma diversidade de soluções, por outro existe a necessidade de seleção de um modelo dominante;
- Estabilidade no modelo institucional geralmente fomenta o processo inovativo;
- Comunicação entre atores nos diferentes níveis é essencial na disseminação de conhecimentos e conseqüentemente na geração de novas idéias (*insights*)

Segundo Carlsson e Stanckiewicz (1991) diferentemente do SSI, o SIT pode ser caracterizado como uma rede de agentes que interagem sobre uma tecnologia específica, influenciados por uma infraestrutura institucional particular, voltada à geração, difusão e utilização desta mesma tecnologia.

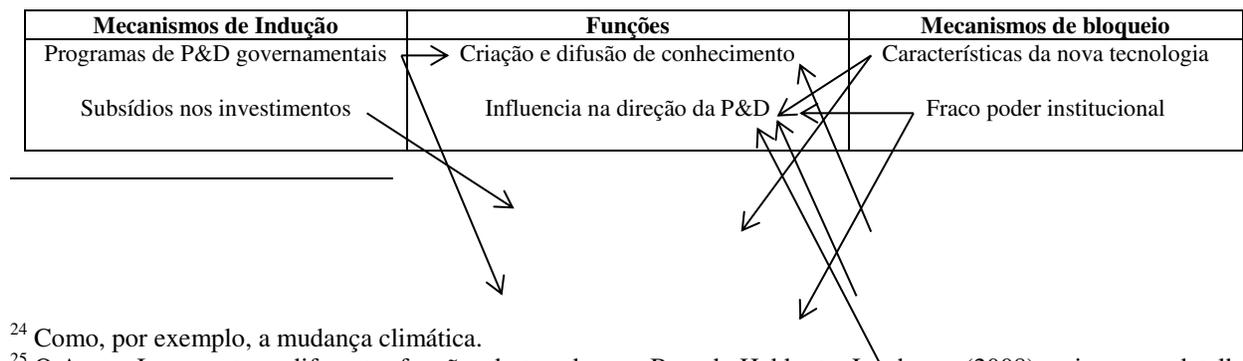
A perspectiva do SIT no âmbito da análise das diferentes tecnologias voltadas ao setor eletro energético é importante, pois permite a comparação das diferentes opções tecnológicas que fazem parte da dinâmica setorial de inovação do setor elétrico, principalmente em relação aos seus diferentes graus de maturidade tecnológica e de inserção no mercado. Neste sentido, neste trabalho utiliza-se tanto da abordagem de SSI para discutir a interrelação das diferentes classes de atores envolvidos nas atividades de P&D e que compõem o SEB, como também, da abordagem de SIT para analisar as especificidades das diferentes tecnologias utilizadas no setor.

A estrutura do SIT de forma semelhante a do SSI é composta por três componentes básicos: (i) atores, como organizações, universidades, associações industriais e outras organizações correlatas. (ii) redes, que podem adquirir diferentes conotações, como redes de aprendizagem, redes políticas que representam interesses comuns entre os atores, ou coalizações

específicas, geralmente relacionadas ao debate tecnológico em torno de um determinado tema²⁴ e (iii) as instituições compreendidas como os aspectos regulatórios legais, normas, regras, que regulam as interações entre os atores, definem valores, influenciam a estrutura de aprendizagem e conseqüentemente as empresas. Vale destacar que as três classes de componentes não necessariamente são específicos a uma tecnologia e podem compor diferentes sistemas tecnológicos simultaneamente, como é o caso do setor elétrico brasileiro.

Levando em consideração que por um lado novos SIT são criados através da atividade empreendedora de diferentes organizações e que por outro, estas iniciativas tem pouca probabilidade de obterem sucesso sem a formação de uma estrutura de suporte adequada. Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008) propõem uma série de funções aos SITs com o intuito de permitir uma análise funcional através de uma perspectiva que possibilite a identificação de mecanismos de bloqueio e de indução e conduza a análise do nível meso para o nível micro, que permita maiores considerações no âmbito da gestão da P,D & I por parte das empresas e dos órgãos institucionais reguladores (Figura 2.). As funções propostas são as seguintes: 1-Geração de conhecimento e difusão, 2-Influência na direção da busca, 3-Experimentação, 4-Formação de mercado, 5-Mobilização de recursos, 6-Legitimação, 7-Desenvolvimento de externalidades positivas.

A análise de tais funções, portanto têm reflexos significativos no planejamento das atividades de P,D & I voltadas ao setor energético, principalmente, por que no âmbito da gestão empresarial reduzem a incerteza relacionada ao processo de desenvolvimento e difusão de inovações, assim como, proporcionam uma análise dos diferentes recursos a serem mobilizados.²⁵



²⁴ Como, por exemplo, a mudança climática.

²⁵ O Anexo I apresenta as diferentes funções destacadas por Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008) assim como detalha suas principais características e indicadores propostos.



Figura 2. Mecanismos de indução e Bloqueio e suas interconexões com as funções do SIT.

Fonte: Adaptado de Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008)

No que tange a atuação regulatória voltada ao fomento e difusão de novas tecnologias com menor impacto ambiental Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008) destacam os seguintes pontos que devem ser foco da atuação institucional: *(i)* conhecer as especificidades dos diferentes SITs que compõem o setor no intuito de lidar com as limitações dos mecanismos de indução e de bloqueio de forma específica, *(ii)* coordenação política regulatória, *(iii)* contribuir com o alinhamento institucional na fase formativa da evolução de um SIT, *(iv)* induzir uma variedade de atores a experimentarem diferentes designs, *(v)* implementar uma política de preços que favoreça o investimento em novas tecnologias renováveis alternativas, *(vi)* ter certeza que o preço é específico por tecnologia para que o processo de aprendizagem possa ocorrer em diferentes tecnologias simultaneamente.

A análise do fomento a novas tecnologias alternativas voltadas ao setor eletro energético com base na abordagem de sistemas de inovação nos proporciona um quadro amplo da complexidade envolvida na gestão das atividades de P,D & I no âmbito das organizações do setor eletro energético. Tal complexidade advém da especificidade do ativo eletricidade, conforme foi discutido no início do capítulo, os diferentes mecanismos regulatórios e suas influências sobre as atividades de P,D & I assim como, das motivações e especificidades nas interrelações entre os diferentes atores que participam destas atividades.

No âmbito das empresas que atuam no setor e que especificamente gerenciam atividades de P,D & I, destaca-se que estas devem estar atentas ao nascimento de novas demandas tecnológicas, o que implica na identificação de atividades sistêmicas apropriadas e no alinhamento com os mecanismos de apoio e indução específicos de cada SIT do SSI, como por exemplo o SIT eólico, fotovoltaico e o SIT das redes inteligentes. Tais atividades de monitoramento são importantes devido à variedade de opções tecnológicas relacionadas ao setor

energético e principalmente por que estas opções estão inseridas em uma variedade de componentes regulatórios específicos. Esta característica coloca a mudança institucional que influencia as atividades do setor eletro energético no centro do assunto relacionado à gestão da P,D & I uma vez que a adaptação e evolução dos marcos regulatórios é vital para que novas tecnologias ganhem espaço no mercado.

Este capítulo teve como objetivo discutir os mecanismos pelos quais se alteram os incentivos a inovar e que influenciam as decisões estratégicas voltadas ao planejamento das atividades de P,D & I no âmbito das empresas de energia elétrica. Sendo assim, dentre os tópicos que devem compor a pauta de decisões estratégicas ligadas à execução de suas atividades de P,D & I destacam-se os seguintes aspectos:

- (i) Os reflexos da ação institucional no mercado de energia e seus impactos no ambiente concorrencial e no arranjo voltado as atividades de P&D, especificamente no que tange a mobilização de recursos e a pesquisa colaborativa.
- (ii) Os impactos da regulação tarifária sobre os incentivos a inovar, em especial o valor dos investimentos em P&D dadas as reais possibilidades de apropriação de ganhos de eficiência no atual contexto regulatório ao qual as empresas do setor elétrico estão submetidas.
- (iii) O aumento crescente das preocupações sociais relacionadas à redução de impactos ambientais advinda da produção de energia e os indícios da emergência de um novo paradigma energético. Especificamente, a análise dos diferentes mecanismos regulatórios institucionais que atuam sobre tecnologias específicas e alteram condições particulares do mercado e conseqüentemente possibilitam o surgimento e identificação de novas oportunidades de negócio e demandas para a P,D & I.
- (iv) O impacto de novas tecnologias em especial aquelas que se configuram como disruptivas em termos de novos produtos, processos e até mesmo ao tradicional modelo de negócio das empresas de energia elétrica capazes de agregar valor ao serviço de geração e fornecimento através da inserção e alteração dos atuais padrões de concorrência do setor.
- (v) As especificidades das inter-relações sistêmicas entre os diferentes atores envolvidos nas atividades de P,D & I (ICTs, Universidades, fornecedores de materiais e equipamentos elétricos entre outros) e a capacidade de mobilização de competências por parte das

empresas de energia elétrica no que tange a coordenação sinérgica de recursos dos diferentes atores em torno de suas estratégias de P,D & I.

CAPÍTULO 2. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (SEB)

Este capítulo tem como objetivo apresentar as principais características e especificidades do SEB com destaque para o contexto histórico, regulatório, institucional e concorrencial no qual as concessionárias de energia estão inseridas e que compõem o ambiente no qual as atividades de P&D são realizadas. Para tanto, o capítulo está subdividido em quatro sessões.

A primeira realiza uma breve revisão histórica com ênfase na abertura comercial do setor após 1995 e apresenta o modelo de regulação de mercado instaurado na década de 90 e mantido por meio das Leis 10.847 e 10.848 de 2004. Nesta seção também são discutidos os reflexos do mecanismo de regulação tarifária sobre as demandas dos projetos de P&D. Além disso, também é analisada a atual estrutura de mercado do setor com foco no acirramento da concorrência e seus reflexos sobre os esforços de P,D & I.

A segunda seção discute a inserção da geração distribuída e do conceito de redes inteligentes no SEB e apresenta o Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), principal programa de fomento a adoção de novas tecnologias geradoras no setor. Em um terceiro momento, são apresentadas características específicas do sistema elétrico brasileiro nos diferentes segmentos de geração, transmissão e distribuição. Na quarta sessão são discutidas as principais mudanças relacionadas ao atual arranjo institucional e suas influências no que tange o planejamento da expansão do sistema e as atividades de P&D.

2.1. Breve panorama da regulação e da organização econômica do Setor Elétrico Brasileiro

Esta breve revisão tem como objetivo destacar os principais aspectos históricos do SEB. É importante ressaltar que assim como em outros países o desenvolvimento da indústria elétrica no Brasil está relacionada com aspectos técnicos, econômicos e institucionais.

Segundo Pinto Jr. et al. (2007) as primeiras iniciativas no campo da geração de eletricidade no Brasil eram privadas e locais, promovidas por empresários cujas atividades agrícolas, comerciais, industriais e financeiras estavam vinculadas as localidades que seriam beneficiadas pela introdução dos novos serviços. Estas iniciativas localizaram-se principalmente

nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Na medida em que o consumo de energia elétrica crescia, impulsionado principalmente pela expansão do complexo cafeeiro, os investimentos no setor se tornaram independentes dos interesses da classe empresarial voltada à economia de exportação. Estes investimentos associaram-se cada vez mais às atividades urbanas industriais, o que influenciou a formação das primeiras empresas de serviço público de eletricidade.

A atração de empresários vindos do exterior interessados pela participação na modernização e industrialização da república e em especial o estado de São Paulo marca o início da chegada das concessionárias estrangeiras no Brasil. Em 1899 é criada no Canadá a São Paulo *Railway, Light and Power Company Limited* e em 1904 no Rio de Janeiro a *Tramway, Light and Power Company Limited*. As duas empresas unificadas em 1912 na *holding Brazilian Traction, Light and Power Co. Ltda* ocuparam efetivamente os dois principais mercados elétricos brasileiros. No período entre 1890 e 1930 o crescimento da capacidade de geração foi acentuado saltando de 52KW em 1890 para 779.000KW. A forma predominantemente hídrica de geração também se acentua, em 1890 representava 51% da geração, já em 1910 representava 82% da geração no país (PINTO JR. et. al., 2007). A dinâmica de investimento durante a fase inicial de expansão do SEB se caracterizava principalmente pela entrada de capital canadense suportada por linhas de financiamento mais rentáveis do que as até então disponíveis no Brasil.

O início da intervenção do Estado no setor elétrico se dá a partir de 1930. A atuação do Estado é resultado da preocupação do governo brasileiro com o papel estratégico da energia no processo de industrialização. Dentre os aspectos motivadores desta mudança destacam-se dois pontos: primeiramente, os impactos da crise econômica norte americana de 1930 sobre a dinâmica de investimentos estrangeiros no Brasil e sobre a demanda de consumo de energia elétrica nacional. Segundo, os reflexos das mudanças trazidas pela revolução de 1930 no Brasil, que se materializa na redação do Código de Águas em 1934 e que visa à regulamentação e o controle das atividades das concessionárias privadas, nacionais e estrangeiras que atuam no país.

Segundo Furtado (2011) os desajustes crescentes entre a lenta expansão da oferta por parte do setor privado (estrangeiro) e o rápido crescimento do consumo conduziram o Governo Federal e os governos estaduais de estados importantes a criarem empresas estatais de energia elétrica. A década de 1930 se caracteriza pela tentativa de reorganização institucional do setor

elétrico através de uma maior participação do governo federal e dos governos estaduais. O que se segue na década de 1940 é uma forte crise no abastecimento caracterizada principalmente pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda (PINTO JR. et. al., 2007).

Sendo assim, a criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) em 1945 marca o início da atuação governamental através de empresas estatais no setor elétrico brasileiro seguido pela elaboração do Plano Nacional de Eletrificação (PNE) e pela criação da Eletrobrás. A Eletrobrás é a empresa de âmbito nacional, que teria a responsabilidade de coordenar as atividades de planejamento, e execução da política de energia elétrica no Brasil. Em 1952 é criado o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), até hoje, o principal agente financiador do setor elétrico brasileiro. Em 1957, o governo cria a Central Elétrica de Furnas S.A. Em 1960 cria-se o Ministério de Minas e Energia (MME). Em 1968 cria-se a Eletrosul e em 1972 a Eletronorte. Em 1973 é assinado o tratado de Itaipu, entre Brasil e Paraguai, para a construção da Usina de Itaipu.

O modelo estatal a partir da década de 50 é marcado principalmente pela necessidade de industrializar o país. O papel da Eletrobrás no planejamento do SEB foi vital dada a necessidade de planejamento de longo prazo, em diferentes regiões do país. Vale ressaltar que a operação de diferentes bacias hidrográficas simultaneamente representou vantagens ao sistema elétrico nacional uma vez que proporcionou uma maior capacidade de gerenciamento dos recursos energéticos. No período de 1950 a 1970, o Brasil desenvolveu competências importantes no gerenciamento e planejamento de sistemas elétricos de grande porte, que resultaram na construção de grandes empreendimentos, como por exemplo, a construção da usina nuclear de Angra 1 em 1972, Itaipu em 1973, e Tucuruí em 1974. O Brasil adquiriu uma posição de destaque dada a sua competência na construção de grandes empreendimentos energéticos e por possuir uma matriz energética baseada fortemente em fontes renováveis.

A necessidade de grandes obras de engenharia voltadas à expansão do SEB caracterizadas por seu longo período de retorno, e os desafios tecnológicos a serem superados, fez com que o modelo de estímulo nacional fosse fortemente calcado na atuação e regulação do Estado. O financiamento destas obras voltadas ao desenvolvimento da infraestrutura nacional se dava primordialmente através de recursos públicos e empréstimos tomados no mercado externo. O modelo institucional centralizado inicia um processo de deterioração principalmente a partir

de 1973, após o 1º choque do petróleo, que resulta na elevação do preço desta commodity mundialmente, e na elevação dos juros norte americanos. A convencionada “crise da dívida” impacta diferentes países sul americanos e se intensifica com o *default* da dívida mexicana em 1982.

O cenário de hiperinflação e de elevado déficit comercial brasileiro impactou diretamente o setor elétrico nacional. As empresas estatais foram usadas como ferramentas mitigadoras da crise econômica. No período que compreende principalmente a década de 1980 as tarifas de energia passaram a ser deprimidas no intuito de conter a inflação. Além disso, as empresas estatais foram estimuladas a atrair investimentos externos no intuito de reduzir o crescente déficit comercial brasileiro (FURTADO, 2011). Em suma, tanto a 1º como a 2º crise do petróleo, e a consequente elevação da taxa de juros americana, impactam diretamente o financiamento público externo voltado as obras de infraestrutura brasileiras.

Neste contexto insere-se o setor elétrico. Dentre os reflexos da crise do financiamento do setor público no setor elétrico destacam-se: a quebra do planejamento da expansão e a elevação dos custos de financiamento devido principalmente à desvalorização cambial. As empresas estatais passam a apresentar escassez de recursos próprios, pouco acesso a fontes de financiamento, incapacidade de solução de problemas de gestão e de cunho científico tecnológico. O setor elétrico nacional entra em crise devido à redução da demanda por energia, o endividamento crescente em dólar, e a taxa de energia sobrevalorizada. Este contexto gera o questionamento social sobre a eficiência das empresas estatais.

A partir deste cenário inicia-se o planejamento de um novo modelo para o setor elétrico fortemente influenciado pelas ideias neoliberais em evidência no mundo todo que discutiam o papel do Estado na economia. Ainda baseada numa política para o setor direcionada pela ação governamental é realizado em 1987, no governo do presidente José Sarney, a Revisão Institucional do Setor Elétrico (REVISE), no intuito de tentar reorganizar o setor. Um ponto importante diz respeito às mudanças na constituição de 1988 principalmente no regime de concessão, reescrito para permitir a entrada de capital privado.

Em 1990, já no governo do presidente Fernando Collor é criado o Programa Nacional de Desestatização (PND). A promulgação da lei das concessões em 1993²⁶ no governo do então presidente Fernando Henrique Cardoso está fortemente relacionada ao contexto da lógica macroeconômica da época frente à crise econômica. O Brasil necessitava reduzir custos operacionais nos serviços públicos e gerar caixa no intuito de equilibrar as finanças públicas. A lei das concessões extinguiu com o princípio dos monopólios regionais das empresas elétricas e possibilitou a concorrência entre as empresas do setor.

O programa de privatização instaurado no Brasil baseia-se no Projeto de Reforma do Setor Elétrico Brasileiro (RESEB), realizado pela consultoria *Coopers & Lybrands* e é influenciado fortemente pelo modelo regulatório britânico. O relatório sugere o desmembramento das empresas do setor elétrico brasileiro nos segmentos de geração, transmissão e distribuição (CASTRO, LEITE, 2010). A privatização ocorre primeiramente no segmento de distribuição e em parte do segmento de geração. As privatizações mostram-se atrativas para o setor privado uma vez que o Governo introduziu um profundo reajuste das tarifas e equacionou o endividamento dessas empresas (FURTADO, 2011).

As novas leis introduzem mudanças significativas no mercado possibilitando a licitação de novos empreendimentos de geração, a criação da figura do Produtor Independente, o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição e a liberdade para os grandes consumidores escolherem seus fornecedores de energia elétrica. Em 1996, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no país.

Em 1998, através da publicação da medida provisória 1.531 o poder Executivo é autorizado a promover a reestruturação da Eletrobrás iniciando um processo de retirada gradual do Estado nos negócios de energia elétrica. É estabelecido o Mercado Atacadista de Energia Elétrica - MAE e implementado o Operador Nacional do Sistema (ONS).

²⁶ Lei 8987/95 e Lei Setorial 9047/95, que estabelece os fundamentos básicos do novo modelo e inicia a sua abertura à participação dos capitais privados proporcionando o livre mercado para a contratação de energia.

Apesar da abertura do setor a novos empreendimentos, a iniciativa privada não se interessaria em fazer novos investimentos. No caso da geração hidroelétrica, os custos ambientais eram crescentes por conta de uma legislação ambiental cada vez mais rigorosa. Para os empresários, a aquisição dos ativos existentes seria muito mais atrativa (FURTADO, 2011). O ambiente de incerteza quanto ao processo jurídico de aprovação de novos empreendimentos cria uma aversão ao risco por parte da iniciativa privada, a busca pela maximização do valor das vendas das empresas estatais não garante o investimento futuro, o planejamento da expansão calcado primordialmente na atuação do capital privado torna-se insuficiente culminando no desequilíbrio entre oferta e demanda e conseqüentemente o racionamento de energia em 2001.

A crise de 2001 é reflexo da falta de planejamento de longo prazo do sistema elétrico brasileiro. Segundo Castro e Leite (2008), na década de 1990, as políticas para o setor visaram introduzir competição nos segmentos de geração e comercialização, com as crises de oferta, tanto no Brasil como em outros países. Tal política se voltou em direção à segurança de abastecimento e à redução da dependência de combustíveis fósseis, implicando maior participação do Estado no setor.

Neste sentido, um ponto importante relacionado à atuação do Estado diz respeito à promulgação da lei Lei 9991/2000 diretamente relacionada às ações e atribuições da recém criada ANEEL e ao papel da P,D & I no contexto do setor elétrico nacional. Esta lei determina que 1% da receita operacional líquida seja direcionada a programas de pesquisa e desenvolvimento e programas de eficiência energética. A dinâmica da P,D & I no setor elétrico brasileiro através desta nova regulamentação busca fomentar a interação de diversos atores distintos: indústria de máquinas e equipamentos elétricos, institutos de pesquisa públicos e privados, grupos de pesquisa universitários e as concessionárias de energia. A premissa do órgão regulador é de que através de um arranjo que estimule a capacitação tecnológica nacional voltada ao setor elétrico advirão ganhos para o usuário final através de modicidade tarifária²⁷.

²⁷ Conforme discutido no capítulo 1, a introdução do mecanismo de regulação tarifária visa repassar possíveis ganhos de eficiência adquiridos pelas concessionárias de energia para o usuário final através de um processo periódico de revisão da tarifa de energia elétrica previsto no contrato de concessão.

O novo modelo instituído ao partir de 2003 no governo do presidente Luís Inácio da Silva busca primeiramente o reestabelecimento do planejamento centralizado do setor. Sendo assim, transfere a coordenação das atividades de geração, transmissão e transporte exercidas pela Eletrobrás para um colegiado as empresas do setor, o Operador Nacional do Sistema (ONS). A ONS herda toda a infraestrutura de despacho da Eletrobrás assumindo a coordenação dos fluxos de energia no Sistema Interligado Nacional (FURTADO, 2011). É criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME) dada a necessidade de viabilizar instrumentos que efetivassem o exercício qualificado dos estudos de planejamento da matriz energética, visando à expansão do sistema elétrico e à redução dos riscos de racionamentos e “apagões”.

Destaca-se também no processo de transição instaurado a partir de 2004, a mudança do foco de atuação do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), principalmente no período entre as décadas de 1990 e 2010. Antes, a atuação do BNDES estava voltada à coordenação do processo de privatização. No novo modelo, sua ação foi reestruturada para financiar a expansão proporcionando uma estrutura de financiamento alavancada através do modelo de *Project Finance*. Este tipo de estrutura de financiamento permite que a garantia do negócio seja o próprio fluxo de caixa do empreendimento o que reduz o risco do investidor.

Outra característica do novo modelo foi a instauração de contratos de concessão de longo prazo (30 anos) estabelecidos nos moldes de parceria público privada com atuação do Estado através da coordenação e estruturação do setor tanto como investidor (através das estatais, principalmente a Eletrobrás) como financiador (através do BNDES).

Dentre as diretrizes do novo modelo destacam-se:

- Neutralidade no planejamento operacional das atividades do setor que devem ser realizadas de acordo com procedimentos acordados entre o órgão regulador e os agentes do setor.
- Política de livre acesso de todos os agentes do mercado ao sistema de transmissão.
- Exigência de um modelo adequado de geradores e empresas de distribuição e comercialização de energia (varejo), de portes semelhantes, no intuito de estabelecer um mercado atacadista competitivo, sem cartéis ou participantes dominantes.
- Separação limitada da geração nas empresas verticalmente integradas, para garantir o acesso ao mercado por parte de outras empresas.

- Separação das funções de operação e desenvolvimento da rede de distribuição da energia, de um lado, e da comercialização da energia de outro, a fim de incentivar a concorrência.

A partir de 2003 autoriza-se: (i) os concessionários a negociarem montantes de energia, (ii) a cisão das empresas regionais em empresas de geração, de transmissão e de distribuição, (iii) a Eletrobrás a deter participação acionária nas empresas de geração que seriam criadas a partir da cisão de FURNAS, ELETROSUL, ELETRONORTE e CHESF.

Sendo assim, observa-se o aumento da participação privada na geração e na distribuição de energia elétrica e a instauração de uma nova etapa no setor baseada na abertura dos mercados, na redução de monopólios e na mudança do papel do Estado para a função de coordenador/regulador. O intuito seria de que esta mudança pudesse vir a instaurar uma nova dinâmica mercadológica concorrencial que gerasse melhorias significativas para os consumidores e para a sociedade através da modicidade tarifária e também pela consolidação de competências tecnológicas estratégicas no âmbito da indústria de energia. A política energética tende a uma maior articulação Inter setorial e regional, em um novo quadro institucional, com participação crescente do capital privado.

A reforma do setor elétrico brasileiro tinha como pressuposto compensar os efeitos deficitários de uma coordenação e planejamento baseada exclusivamente na ação estatal ou exclusivamente na ação privada. Seguindo tendências internacionais na regulação de mercados de energia, foram gerados mecanismos mercadológicos liberalizantes que diminuíram barreiras institucionais e incluíram a iniciativa privada. A estrutura de mercado subjacente às reformas é composta tanto por empresas estatais como privadas e visa possibilitar uma maior dinâmica concorrencial devido ao acesso a novas fontes de recursos advindas do livre mercado estabelecido. Supunha-se que tais medidas teriam impacto direto no custo da energia, na qualidade dos serviços prestados, no planejamento da expansão do sistema e na aquisição e desenvolvimento de competências tecnológicas relacionadas ao setor elétrico.

2.1.1. A regulação do mercado de energia elétrica no SEB

As reformas do mercado de energia implementadas a partir da década de 90, acompanharam de forma semelhante às principais reformas implementadas pelos países desenvolvidos durante a década de 70 nos seus mercados de energia. No Brasil, as reformas continham múltiplos objetivos, dentre os quais, a criação de estruturas competitivas quando possível e o repasse à iniciativa privada da responsabilidade pelos investimentos na expansão da capacidade produtiva. A perda progressiva da capacidade de investimento em infraestrutura do Estado brasileiro discutida no item anterior, incentivou a aprovação da Lei de Concessões, marco legal disciplinador das condições de entrada, saída e operação da iniciativa privada nos setores de infraestrutura nacionais.

Frente à necessidade de reestruturação do setor a principal inovação institucional introduzida foi estabelecimento da ANEEL, agência reguladora que de forma descentralizada passaria a ser a forma de atuação do Estado no setor. Através da ANEEL, compete ao Estado explorar, diretamente (através de empresas estatais) ou por delegação (através de concessões a iniciativa privada), os serviços e instalações de energia elétrica. Desse modo, os agentes econômicos setoriais que atuam no setor estão sob constante fiscalização do Estado.

Vale lembrar, conforme discutido no capítulo 1, que os agentes de transmissão e distribuição atuam em um mercado onde a competição reduz a eficiência econômica.²⁸ Nesse caso, o regime de monopólio é de interesse social, porém, o caráter essencial dos serviços de eletricidade assim como suas características técnico econômicas impõem a necessidade do estabelecimento de regras. Como por exemplo, a fixação de tarifas pelo uso da infraestrutura de transmissão e distribuição pela ANEEL, devido à natureza dos serviços de rede. Já os segmentos de geração e comercialização são considerados competitivos, razão pela qual a regulação incide com menos força, principalmente em questões de preço. De modo geral, o poder concedente não trata tais segmentos como serviço público, mas como autorizações de atividades que constitucionalmente são “atividades reservadas ao Estado”.

²⁸ Conforme discutido no capítulo 1, por esse motivo denominados monopólios naturais.

Sendo assim, destaca-se que a ANEEL procurou estabelecer uma série de condições que estimulassem a entrada nos segmentos de geração e comercialização e que, concomitantemente, regulassem o livre acesso às linhas de transmissão e o serviço de distribuição (PIRES, 1999). Nos segmentos de transmissão e distribuição, conforme discutido no item 1.2.1., estes segmentos passariam a adotar mecanismos tarifários que permitissem a apropriação, pelos consumidores, de parte dos ganhos de eficiência obtidos pelas concessionárias.

No que tange o então criado segmento de comercialização de energia elétrica, foram estabelecidos requerimentos mínimos para que os agentes pudessem negociar livremente suas necessidades de energia. A proposta da consultoria *Coopers & Lybrands* recomendou a criação do Modelo de Atacado de Energia (MAE), substituindo o sistema de preços regulados para os contratos de suprimento de energia (introduzidos pela Lei 8631/93, com horizonte de dez anos). No MAE participavam todos os geradores integrados com capacidade instalada maior ou igual a 50 MW, todos os distribuidores e retalhistas com carga maior ou igual a 100 GWh/ano, e os consumidores livres que assim desejassem.

O novo modelo instaurado a partir de 2004 substituiu o MAE pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). A principal característica do modelo é a criação de dois ambientes de comercialização: o ambiente de comercialização livre (ACL) e o ambiente de comercialização regulado (ACR). Em ambos é estabelecido o Contrato Bilateral como instrumento jurídico que formaliza a compra e venda de energia elétrica entre agentes da CCEE, e tem como objetivo, estabelecer preços, prazos e montantes de suprimento em intervalos temporais determinados. Os agentes comercializadores podem participar tanto do mercado regulado, como vendedores, quanto do mercado livre, como vendedores e compradores. Os comercializadores de energia com volume comercializado anual de 500GWh referidos no ano anterior, têm participação obrigatória na Convenção de Comercialização que estabelece as condições de comercialização de energia elétrica e as bases de funcionamento e atribuições da CCEE. O Quadro 4. resume as categorias de consumidores no SEB.

No ACL o valor a ser pago pelo MWh (megawatt hora), constante dos contratos de compra de energia celebrados entre consumidores livres e produtores é livremente negociado entre as partes. Os consumidores livres podem escolher seu fornecedor, assim como, negociar preços e condições contratuais. Atualmente, a maioria das indústrias de médio e grande porte

compra energia elétrica por meio do mercado livre, representando cerca de 27% da energia elétrica consumida no país (ANACE, 2012). Por sua vez, no ACR estabelece-se o leilão como único sistema pelo qual as distribuidoras podem contratar a energia elétrica de longo prazo para abastecer os seus respectivos mercados tendo as geradoras como únicas ofertantes. No ACR, os consumidores ditos “cativos” pactuam contratos de adesão com o distribuidor que opera na região, mas não podem negociar as cláusulas desses contratos (TOMALSQUIM, 2011).

Quadro 4. Categorias de consumidores no SEB

Livres	Potencialmente livres	Especiais	Cativos
<p>-Podem comprar energia de qualquer agente gerador ou comercializador negociando preços e condições contratuais.</p> <p>-Sua carga tem de ser de 3MW ou maior e a tensão de 69kV</p> <p>-Novos consumidores com carga de 3 MW ou maior após 1995 não estão sujeitos aos níveis de tensão.</p> <p>-Muitos atuam como autoprodutores, ou como consumidores, sendo considerados agentes de mercado embora não tenham título jurídico outorgado.</p>	<p>-É aquele consumidor que opta por ser atendido de forma regulada.</p> <p>-Distribuidores que atendem consumidores potencialmente livres devem especificar os montantes necessários a seu suprimento, quando da realização de leilões de energia elétrica ao MME.</p>	<p>-Consumidores ou um conjunto de consumidores reunidos com carga de 500 kW ou maior, podem contratar no ACL quando a energia adquirida for proveniente de fontes incentivadas:</p> <p>-PCHs</p> <p>-Usinas hidrelétricas entre 1 MW e 50 MW</p> <p>-Empreendimentos hidrelétricos com potência de 1 MW ou maior</p> <p>-Fontes: solar, eólica ou à biomassa com potência de 50MW ou menor</p>	<p>-Firmam contratos de adesão no ACR, com o fornecedor de energia da região onde estiverem localizados.</p> <p>-Recebem atenção especial da ANEEL no intuito de garantir a Qualidade, Continuidade e Universalidade do serviço.</p> <p>-Dentro da categoria de consumidores cativos a legislação criou a categoria “consumidores de baixa renda” que recebem benefícios tarifários como isenção de pagamento de encargos setoriais por serem considerados vulneráveis.</p>

Fonte: Elaboração própria, adaptado de TOMALSQUIM, (2011).

Uma iniciativa inovadora voltada ao segmento de comercialização é a criação, em 2011 e 2012, de duas plataformas de venda eletrônicas a BRIX e o Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia (BBCE). A operação de compra e venda nestas plataformas é toda feita por meio de plataforma web e não requer software ou hardware específico, esta iniciativa trata de um componente inicial para o estabelecimento de uma bolsa de energia no país.

No que tange a regulação da concorrência, esta têm o objetivo de promover de forma concomitante, o estímulo à competição nos segmentos de geração e comercialização e a coibição dos atos de concentração de mercado. Assim, a legislação setorial promoveu a competição instituindo a desverticalização dos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Com a Lei 9.648/98, passa a haver a necessidade de empresas estabelecerem subsidiárias ou processos de separação contábil entre esses ramos de atividade.

Para coibir os atos de concentração do mercado, a legislação implementada através da Resolução 94/98 da ANEEL estipulou limites à composição acionária, à propriedade cruzada e à política de compra de energia entre os agentes. Segundo essa resolução, é vedada aos agentes do mercado: *i)* deter mais do que 20% da capacidade instalada nacional ou 25% e 35%, respectivamente, da capacidade existente nos sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste; *ii)* deter mais do que 20% do mercado nacional de distribuição ou 25% e 35%, respectivamente, do mercado de distribuição dos sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste; e *iii)* possuir participação cruzada na geração e distribuição que resulte em percentual superior a 30%, considerando-se o somatório aritmético da participação nos dois mercados. Além disso, uma empresa de distribuição só poderá adquirir energia produzida por ela mesma até o limite de 30% da sua demanda (PIRES, 1999).

Para garantir o cumprimento das leis que tratam da livre concorrência no país e efetivar a regulação da concorrência, a ANEEL atua junto com outras instituições do governo dedicadas a impedir manobras monopolísticas, são elas: a Secretaria de Acompanhamento Econômico (SEAE), do Ministério da Fazenda, a Secretaria de Direito Econômico (SDE), do Ministério da Justiça, e o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) (TOMALSQUIM, 2011).

O acordo firmado entre a ANEEL, CADE, SDE e SEAE prevê que qualquer um dos parceiros pode encaminhar as denúncias sobre tentativas de manipular o mercado de energia elétrica. A apuração das infrações começa com uma investigação preliminar, instaurada na Secretaria de Direito Econômico (SDE). Na ANEEL, a Superintendência de Estudos Econômicos do Mercado é responsável pela análise do caso e elaboração do parecer técnico que subsidia o processo instaurado pela SDE.

2.1.2. Regulação tarifária e seus impactos sobre a demanda de projetos de P&D

O objetivo desta seção é discutir quais são as oportunidades de apropriação por parte das concessionárias de energia de ganhos de eficiência através de projetos de P&D num contexto de regulação tarifária. Assim, serão discutidas características específicas da regulação tarifária no setor elétrico brasileiro e os possíveis impactos nas demandas dos projetos de P&D nos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização.

Conforme discutido anteriormente, devido as suas características industriais e a importância estratégica da indústria de energia para o desenvolvimento econômico e social, historicamente esta indústria é alvo de regulação governamental. Dentre os modelos possíveis para a organização desta indústria destacam-se: (i) monopólio, com as empresas em geral sob controle estatal e atuando de forma verticalizada; (ii) comprador único, ou *purchase agency*, em que, sob a forma de monopólio, uma só empresa compra toda a energia gerada e revende para os varejistas; (iii) competição no atacado, no qual o âmbito da competição encontra-se no segmento de geração; e (iv) competição no varejo, em que a concorrência acontece também no segmento de comercialização para consumidores finais (HUNT; SHUTTLEWORTH, 1996).

No caso brasileiro, o modelo escolhido e implementado em 1998 e mantido com as mudanças de 2004 é uma combinação de competição no atacado (segmento de geração) e no varejo (no segmento de comercialização para consumidores finais), ainda que, neste segundo caso, apenas uma parcela dos consumidores, os livres, estejam incorporados ao ambiente de competição, já que podem escolher seu fornecedor.

A comercialização de energia ocorre em dois mercados: o ambiente de contratação regulada (ACR) e o ambiente de contratação livre (ACL). O primeiro inclui todas as concessionárias de distribuição de energia elétrica e corresponde atualmente a aproximadamente 70% do consumo total de energia. O segundo, aproximadamente 30%, inclui os consumidores livres e os comercializadores que podem contratar de forma ativa sua demanda.

No setor elétrico brasileiro foram desenvolvidos três modelos básicos de tarifação: tarifação pelo custo do serviço (historicamente adotado no Brasil), tarifação com base no custo marginal e a tarifação baseada no preço-teto (*price-cap*). Ao final da década de 90 a ANEEL substituiu o modelo de regulação tarifária do custo do serviço pelo modelo tarifário conhecido

como do “preço-teto”. Neste modelo, é fixado o valor máximo da tarifa depois de estabelecida uma premissa de receita requerida por parte da concessionária.

Este mecanismo define um preço-teto para os preços médios da concessionária de distribuição, corrigido de acordo com a evolução de um índice de preços ao consumidor, o *Retail Price Index* (RPI), menos um percentual equivalente a um fator X de produtividade, para um período prefixado de anos. A revisão tarifária periódica ocorre de quatro em quatro ou cinco em cinco anos, dependendo do contrato de concessão, e compreende duas etapas: o reposicionamento tarifário (RT) e a determinação do Fator X. O reposicionamento tarifário estabelece o nível de custos operacionais eficientes e a justa remuneração do capital investido. O Fator X representa o mecanismo de repasse dos ganhos de produtividade e eficiência das distribuidoras aos consumidores através de uma redução no índice de reajuste das tarifas, característica usual da regulação por incentivos do tipo *Price-Cap*.

No Brasil, o segmento de distribuição de energia elétrica é regulado pelo tipo “*Price Cap with cost pass through*”, onde os custos que estão fora do controle da concessionária são repassados na tarifa anualmente entre os períodos de revisão tarifária. Os custos das concessionárias são divididos em dois grupos: o primeiro denominado “parcela A”, representa os custos não gerenciáveis como a compra de energia, custos de transmissão e encargos tarifários, e é repassado diretamente aos consumidores. A “parcela B” representa os custos gerenciáveis da concessionária, custos operacionais, depreciação e remuneração do capital. Já no segmento de transmissão de energia elétrica, tem-se um esquema de “*Revenue Cap*”, onde são limitadas as receitas totais das empresas. Ambas as regulações impõem restrições ao papel estratégico da P&D no desenvolvimento de tecnologias redutoras de custos, uma vez que possíveis ganhos de eficiência são absorvidos no processo de revisão tarifária no intuito de proporcionar modicidade tarifária ao usuário final.

Assim, destaca-se que a atual sistemática de regulação econômica por preço teto adotada para os consumidores cativos das distribuidoras de energia elétrica não estimula a realização de programas de eficiência energética, nem a proposição de novas tarifas horosazonais ou de fornecimentos interruptíveis, já que todas estas alternativas, se tiverem sucesso, podem reduzir as vendas e/ou as receitas das concessionárias, o que tende a diminuir seus lucros no médio prazo. Sendo assim, é importante ressaltar que o contexto de regulação econômica tarifária as quais as

concessionárias de energia estão submetidas impacta substancialmente a demanda por projetos de P&D relacionados a tecnologias redutoras de custos.

Em geral no que tange os segmentos de transmissão e distribuição os projetos de P&D podem contribuir principalmente nos aspectos regulatórios relacionados aos padrões de qualidade do serviço prestado o que implica numa atuação limitada relacionada à melhoria dos processos de operação e manutenção. A apropriação dos ganhos de eficiência são permitidos entre os períodos de revisão tarifária. No caso do segmento de geração, os ganhos obtidos com projetos de P&D podem ser absorvidos pelas geradoras, principalmente, os projetos relacionados a tecnologias que reduzem o custo da geração e possibilitam redução no valor da energia que será ofertada nos leilões voltados a licitações de novos empreendimentos. Dentre os projetos de P&D que podem gerar ganhos capazes de serem apropriados integralmente pelas concessionárias de energia, destacam-se aqueles voltados para o segmento de comercialização, especificamente os processos de operação e metodologias de comercialização.

2.1.3. A atual estrutura de mercado do SEB e seus impactos sobre a P,D & I.

O objetivo desta seção é discutir a atual estrutura de mercado do SEB com destaque para a intensificação da concorrência e os impactos sobre o papel da P,D & I nas estratégias de diversificação e diferenciação do serviço das concessionárias de energia. Para tanto, serão apresentados dados que evidenciam a elevação do número de agentes, e de fusões e aquisições no mercado brasileiro durante a última década assim como a participação de capital estrangeiro no setor. Dentre os elementos teóricos que fornecem o substrato desta análise destacam-se os conceitos de estrutura industrial (GUIMARÃES, 1981), concorrência (SCHUMPETER, 1943; POSSAS, 1996), economia de diversificação (PENROSE, 1959; BRITO, 2002).

O SEB apresenta características distintas de sistemas elétricos de outros países por se basear primordialmente na matriz hidroelétrica e devido ao tamanho do Sistema Integrado Nacional. Do ponto de vista econômico, ao analisarmos a história recente da indústria elétrica brasileira destaca-se que a crise financeira do Estado durante a década de 1980 impactou diretamente o fluxo de investimentos e o planejamento da expansão do setor (CASTRO, LEITE,

2010). A ineficiência das empresas estatais e o combate à crise econômica num contexto de rediscussão social sobre o papel do Estado na economia culminaram no processo de privatização dos segmentos de distribuição e parte do segmento de geração (o Quadro 5. apresenta as empresas atraídas pelo processo de privatização).

Quadro 5. Empresas atraídas pelo processo de privatização por país de origem.

Empresa	Data de Venda	Principais Acionistas	Participação no Mercado Nacional (%) ¹
I. Distribuição Sul-Sudeste-Centro-Oeste			
1. Escelsa/ES	12/07/95	Iven (Brasil) GTD (Brasil)	2,2%
2. Light/RJ	21/05/96	EDF (França), AES (EUA), Houston (EUA)	9,0%
3. Cerj	20/11/96	Endesa (Chile), Chilectra (Chile), Endesa (Espanha), EDP (Portugal)	2,4%
4.RGE/RS	21/10/97	VBC (Brasil), CEA (EUA)	1,9%
5. AES Sul/RS	21/10/97	AES (EUA)	2,4%
6. CPFL/SP	01/11/97	VBC (Brasil), Bonaire (Brasil)	7,1%
7.Enersul/MS	19/11/97	Iven (Brasil) ² , GTD (Brasil)	1,0%
8. Cemat/MT	27/11/97	Grupo Rede/Inepar (Brasil)	0,95%
9. Metropolitana/SP	15/04/98	EDF (França), AES (EUA), Houston (EUA)	13,7%
10. Elektro/SP	16/07/98	Enron (EUA)	4,1%
11. Bandeirante	17/09/98	VBC (Brasil), Bonaire (Brasil), EDP (Portugal)	9,2%
II. Distribuição Norte-Nordeste			
12. Coelba/BA	01/07/96	Iberdrola (Espanha) Previ (Brasil)	3,3%
13. Energipe/SE	01/12/97	Cataguases (Brasil), CMS (EUA)	0,6%
14. Cosern/RN	01/12/97	Iberdrola (Espanha) Previ (Brasil)	0,9%
15. Coelce/CE	02/04/98	Endesa(Chile), Chilectra (Chile), Endesa (Espanha), EDP (Portugal)	1,9%
16. Celpa/PA	01/07/98	Grupo Rede/Inepar (Brasil)	1,2%
17. Celpe/PE	17/02/2000	Iberdrola (Espanha) Previ (Brasil)	2,4%
III. Geração			
18. Cachoeira Dourada/GO	05/09/96	Endesa (Chile)	0,03%
19. Gerasul/SC	15/09/98	Tractebel (Bélgica)	6,8%
20. Paranapanema/SP	28/07/99	Duke-Energy (EUA)	4,9%
21. Tietê/SP	27/10/99	AES (EUA)	5,6%

1 Participação: distribuidoras, por energia vendida; geradoras, por geração bruta total.

1 A EDP (Portugal) adquiriu 73% do Grupo Iven em 25/08/99.

2 Fonte: Pires (2000)

Dentre as propostas de reestruturação para o setor, adotou-se um modelo institucional semelhante ao modelo regulatório inglês, baseado no desenvolvimento de mecanismos de incentivo à competição e à eficiência produtiva. Conforme discutido no item anterior, o segmento de comercialização de energia é composto de dois ambientes. O primeiro visa abrigar os consumidores cativos, e opera de forma regulada (ACR). O segundo, o ACL, é voltado a assegurar a concorrência e a liberdade efetiva dos consumidores. Segundo Santana (2006), no caso brasileiro, o modelo implementado em 1998, e mantido com as mudanças de 2004, é uma combinação de competição no atacado (o âmbito da competição encontra-se no segmento de geração) e no varejo (em que a concorrência acontece também no segmento de comercialização para consumidores finais). Sendo assim, apenas uma parcela dos consumidores, os livres, está incorporada ao ambiente de competição, já que pode escolher livremente seu fornecedor.

O termo concorrência é utilizado neste trabalho conforme definido por Possas (1996), como um processo de defrontação (“enfrentamento”) das unidades de poder de valorização e de expansão econômicas. Segundo este autor, o conceito de concorrência deve ser compreendido de forma ampla, diferentemente de seu significado convencionalmente atribuído, que se remete à disputa pelo mercado através apenas de políticas de preço e promoção de vendas. Sobre esta ótica a discussão a respeito das estratégias de concorrência, permite abarcar as políticas de expansão da empresa em diferentes níveis, tanto tecnológico, financeiro, como as políticas de adaptação e recriação dos mercados (POSSAS, 1996). Através desta ótica, associa-se a concorrência ao sentido desenvolvido por Schumpeter (1943) onde o lucro decorre de um monopólio temporário de vantagens obtidas por meio de inovações. A disputa concorrencial, e os padrões de concorrência, decorrem, portanto do processo de interação entre as empresas na busca de lucratividade mediante esforços inovativos, sejam estes de novos produtos ou categorias de serviços.

O conceito de estrutura industrial conforme definido por Guimarães (1981) será utilizado para exemplificar uma possível transição das características industriais do setor elétrico brasileiro no médio e longo prazo. Esta transformação seria influenciada principalmente pelo acirramento da concorrência, expansão do mercado livre, e pela introdução de novas tecnologias

capazes de alterar os atuais padrões de concorrência da indústria elétrica no médio e longo prazo²⁹.

Guimarães (1981) considera a dicotomia entre indústria competitiva e indústria oligopolista. Essa estrutura é redefinida em quatro aspectos: indústria competitiva, indústria competitiva diferenciada, oligopólio homogêneo e oligopólio diferenciado. As indústrias oligopólicas são caracterizadas pela existência de barreiras à entrada, onde os ganhos de escala se refletem em diferenciais de custos. A estrutura industrial do setor elétrico é tradicionalmente classificada como um oligopólio homogêneo. No oligopólio homogêneo não se verifica diferenciação considerável do produto, no caso a energia elétrica, nem do tipo de serviço prestado, o que implicaria em maior facilidade de entrada de novas empresas neste mercado. Porém, a entrada é limitada pelo volume de capital exigido, uma vez que neste tipo de estrutura, como é o caso do SEB, são necessários elevados investimentos, para a obtenção de economias de escala.

A distinção entre uma estrutura de oligopólio homogêneo e oligopólio diferenciado é importante para se compreender as variantes do processo de diversificação, principalmente no caso do setor elétrico brasileiro. No oligopólio diferenciado observa-se maior facilidade por parte das empresas para diversificarem produtos e serviços, uma vez que o esforço de diferenciação proporciona subprodutos aplicáveis em novos mercados correlacionados ou, o aperfeiçoamento de produtos e serviços tradicionais (DOS SANTOS, 2003). Segundo Possas (1996), numa estrutura industrial do tipo oligopólio diferenciado, a disputa pelo mercado ocorre mediante diferenciação do produto ou serviço como forma dominante. Para Guimarães (1981), na medida em que a diversificação instala um novo padrão de competição na indústria, a diferenciação de produto implica na necessidade da busca contínua de inovações de produto e serviços.

Um ponto importante relacionado ao processo de diferenciação e diversificação das concessionárias atuantes no SEB, conforme discutido no capítulo 1, diz respeito às novas possibilidades tecnológicas advindas principalmente da introdução das tecnologias de

²⁹ Neste trabalho considera-se médio prazo um horizonte temporal de 15 anos e de longo prazo 30 anos.

microgeração distribuída³⁰ e a adoção do conceito de redes inteligente. Destaca-se que estas tecnologias no médio e longo prazo poderão conduzir a atual estrutura de oligopólio homogêneo da indústria elétrica brasileira para uma estrutura de oligopólio diferenciado. A transição para uma estrutura de oligopólio diferenciado estaria relacionada aos esforços de diversificação e diferenciação das concessionárias de energia num ambiente de maior intensidade concorrencial. Esta transição estaria condicionada à possibilidade de inserção e difusão de novos produtos e serviços advindos de novas tecnologias influenciando as demandas sobre a P,D & I.

Para Penrose (1959), o processo de diversificação é resultante do desenvolvimento de novos produtos sem o abandono dos produtos tradicionais. A diversificação requer o desenvolvimento de uma nova base de especialização que pode ser tanto tecnológica (máquinas, processos e equipamentos), como de mercado (consumidores). Brito (2002) explica que os impactos positivos da diversificação procedem de três de fatores: (i) possibilidade de buscar novas áreas de atuação para acelerar o crescimento da empresa; (ii) aumento da eficiência técnico produtiva das empresas com a exploração de sinergias que possibilitam a melhor utilização dos recursos disponíveis; (iii) ampliação da rentabilidade de longo prazo devido à redução de riscos e estabilização de ganhos entre um maior número de consumidores. Dentre os condicionantes estratégicos que definem a decisão de diversificar destacam-se dois grupos: os internos ligados ao nível de especialização ou capacitação preexistente, e os externos ligados às sinalizações do ambiente competitivo (Quadro 6.).

³⁰ O termo Microgeração Distribuída refere-se à Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW. No Brasil, através do Programa de Incentivo as fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) são incentivadas as iniciativas de microgeração: Biomassa, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e Eólica.

Quadro 6. Condicionantes estratégicos que influenciam a decisão de diversificar

Aspectos internos	Aspectos externos
<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos organizacionais que facilitam a resposta aos estímulos provenientes do meio externo; • Nível de especialização baseado nos conceitos de base tecnológica e área de comercialização, que indique as direções de menor resistência e menor afastamento da área de especialização original; • Identificação de atividades funcionais integradas na estrutura organizacional que funcionem como pólos irradiadores de oportunidades a serem aproveitadas; • Existência de serviços produtivos ociosos que funcionem como economias de crescimento; • Formato organizacional e estrutura de propriedade das empresas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos de demanda referentes ao confronto entre o potencial de crescimento do mercado nas atividades originais e o potencial de acumulação da firma; • Aspectos da dinâmica competitiva relativos à maneira como elementos específicos da estrutura de mercado e padrões de competição predeterminam direções mais factíveis.

Fonte: Adaptado de Brito (2002).

Segundo Brito (2002), levando-se em conta os condicionantes que levam a diversificação esta pode assumir diferentes direções possíveis:

- Diversificação horizontal – É a introdução de novos produtos relacionados à área de mercado da empresa, que podem ser vendidos através dos mesmos canais de comercialização.
- Diversificação (integração) vertical – É resultado do processo de integração vertical, ou seja, do controle de atividades em diferentes estágios do processo de produção e distribuição de um determinado produto.
- Diversificação concêntrica – Refere-se à exploração do núcleo de competências essenciais como fonte de vantagens competitivas para iniciar novos negócios.
- Diversificação por conglomerado: É a diversificação para áreas pouco correlacionadas, de maneira que cada atividade possua independência técnica.

No SEB, conforme mencionado, a legislação vigente³¹ obrigou a desverticalização das empresas de energia em seus diferentes segmentos produtivos coibindo a integração vertical como possibilidade de diversificação. Porém, a regulamentação não impõe nenhuma restrição em termos de participação de mercado para as empresas estruturadas no formato de conglomerados (*Holding*). Sendo assim, a atuação regulatória admite como neutro o poder de mercado exercido através desta estrutura sobre o mercado consumidor (CASTRO; LEITE, 2010).

Atualmente a *Holding* é a forma predominante de organização das empresas de energia brasileiras. Do ponto de vista do concessionário, esta forma de organização apresenta diversas vantagens, dentre elas: (i) permite o comando dos segmentos de geração, transmissão, e distribuição como uma única organização, (ii) acomoda as recentes imposições regulatórias, e (iii) aumenta as barreiras a novos entrantes. (DOS SANTOS, 2003). Segundo Castro e Leite (2009), em 2008, 11 *Holdings* atuantes no SEB respondiam por aproximadamente 75% do parque gerador e 65% da capacidade de distribuição do SIN (Quadro 7.).

Quadro 7. Principais Holdings atuantes no SEB

<p>Companhia Brasileira de Energia CEMIG DUKE ENERGY ENERGISA NEONERGIA COPEL</p>	<p>REDE ENERGIAS DO BRASIL GDF/SUEZ VBC/CPFL Energia SA ELETROBRÁS</p>
---	--

Fonte: Adaptado de Castro e Leite, (2009) – Análise baseada nas Séries Econômicas das Empresas do Setor Elétrico - GESEL (2008).

Segundo Penrose (1959) os processos de fusões e aquisições estão associados à noção de crescimento externo da firma, quando esgotadas as possibilidades de crescimento interno. As condições necessárias para a realização desses negócios são o crescimento e desenvolvimento interno prévio da firma adquirente ou das firmas envolvidas na fusão e o enfraquecimento interno da firma adquirida. Dentre as vantagens destacam-se a redução de riscos tecnológicos e

³¹ Lei 10.848 de 15 de março de 2004.

de entrada em novos mercados. A firma tende a expandir para áreas próximas das áreas da especialização em que atua.

Na última década o SEB tem despertado o interesse de grupos multinacionais atuantes na indústria elétrica. A participação de capital estrangeiro nos empreendimentos de geração, transmissão e distribuição tem sido relevante tanto na aquisição de capital de empresa estabelecida no Brasil como na aquisição de capital estrangeiro detentor de empresa estabelecida no Brasil (vide Gráfico 2.)

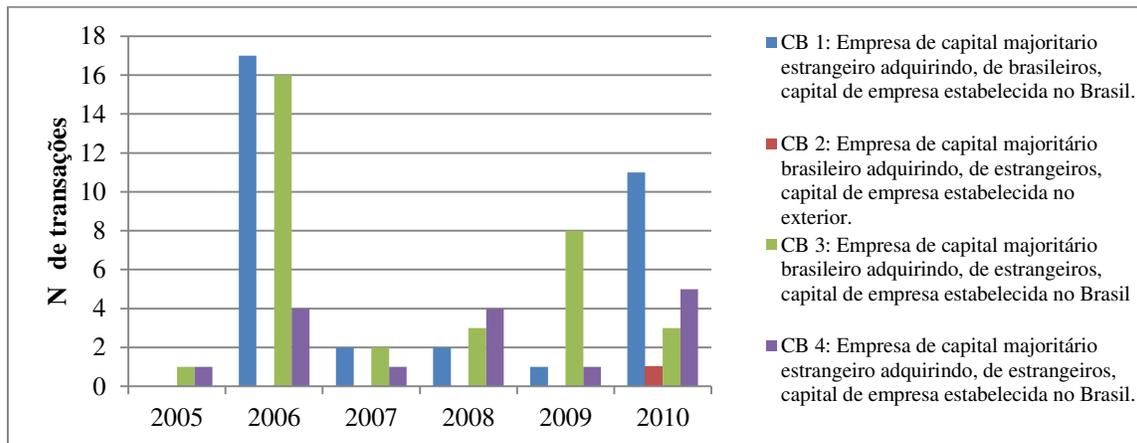


Gráfico 2. Perfil das transações “Além fronteiras” (Cross Border) das Companhias de energia 2005 – 2010.

Fonte: Elaboração própria, dados extraídos KPMG (2011) Pesquisa de Fusões e Aquisições.

O levantamento da estrutura de capitais feito com base na lista de agentes de geração, transmissão e distribuição disponibilizada pela ONS evidência a participação do capital estrangeiro nos empreendimentos do SEB. No segmento de geração 26% dos agentes são controlados direta ou indiretamente por capital estrangeiro (Gráfico 3.).

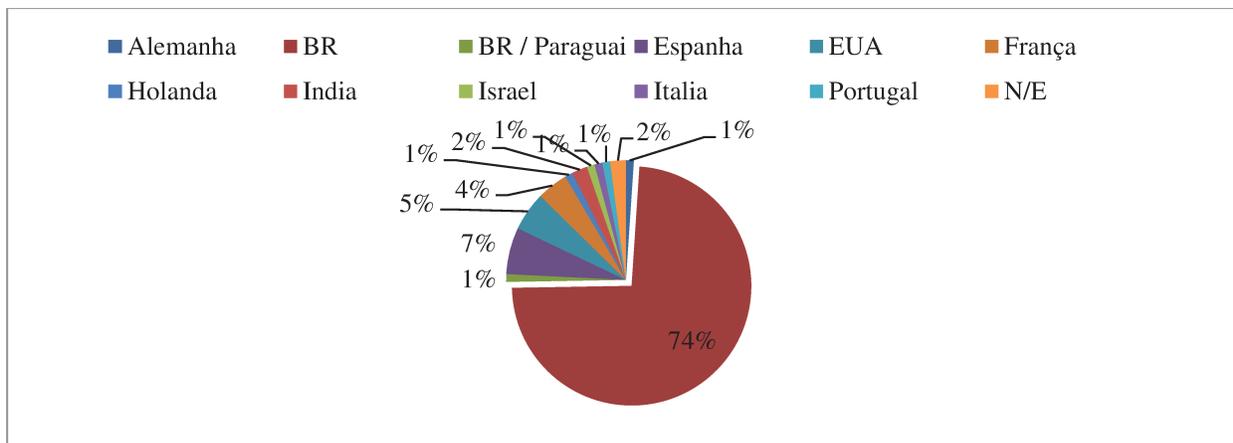


Gráfico 3. Porcentagem de agentes geradores por origem do capital.

Fonte: Elaboração própria com base na listagem de agentes geradores da ONS³².

No segmento de transmissão (Gráfico 4.) 71% dos agentes são controlados por capital nacional, observa-se a alta expressividade de empresas controladas por capital espanhol (15%), representados pela Abengoa e a Cimy holding S.A. Dentre os agentes mais expressivos do segmento destacam-se Furnas, que em 2008 contava com aproximadamente 19.000 km de linhas de transmissão, e a CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, considerada a principal concessionária privada do país responsável pela transmissão de aproximadamente 30% de toda a energia elétrica produzida no Brasil. Vale ressaltar que a CTEEP é controlada pelo grupo Colombiano ISA.

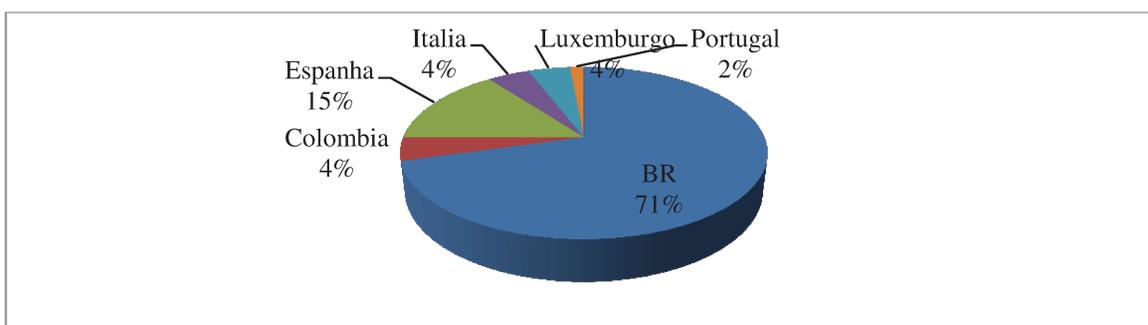


Gráfico 4. Porcentagem de agentes de transmissão por origem do capital.

Fonte: Elaboração própria com base na listagem de agentes de transmissão da ONS³³.

³² Para maior detalhamento ver Anexo (II) Agentes atuantes no SEB e sua estrutura societária.

No segmento de distribuição 22% das empresas são controladas por capital estrangeiro (Gráfico 5.). Entre as empresas internacionais destacam-se a norte-americana AES Eletropaulo e a Ampla Energia controlada pelo grupo italiano Endesa.

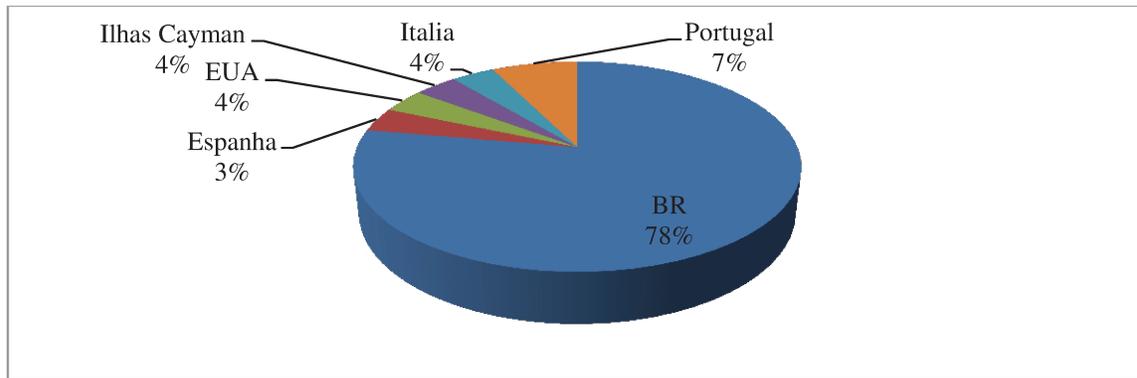


Gráfico 5. Porcentagem de agentes de distribuição por origem do capital.
Fonte: Elaboração própria com base na listagem de agentes de distribuição ONS³⁴.

A elevação do número de agentes do setor também é um indicativo de sua atratividade, principalmente as figuras do consumidor especial, consumidor livre e produtor independente e evidenciam a expansão do mercado livre (Gráfico 6.). Dentre as razões desta atratividade vale ressaltar que o Brasil ocupa um papel importante nas estratégias das empresas por ser o maior mercado da região sul americana, possuir disponibilidade de recursos naturais e apresentar elevadas taxas de crescimento da demanda.

³³ Para um maior detalhamento ver Anexo (II) Agentes atuantes no SEB e sua estrutura societária

³⁴ Para um maior detalhamento ver Anexo (II) Agentes atuantes no SEB e sua estrutura societária

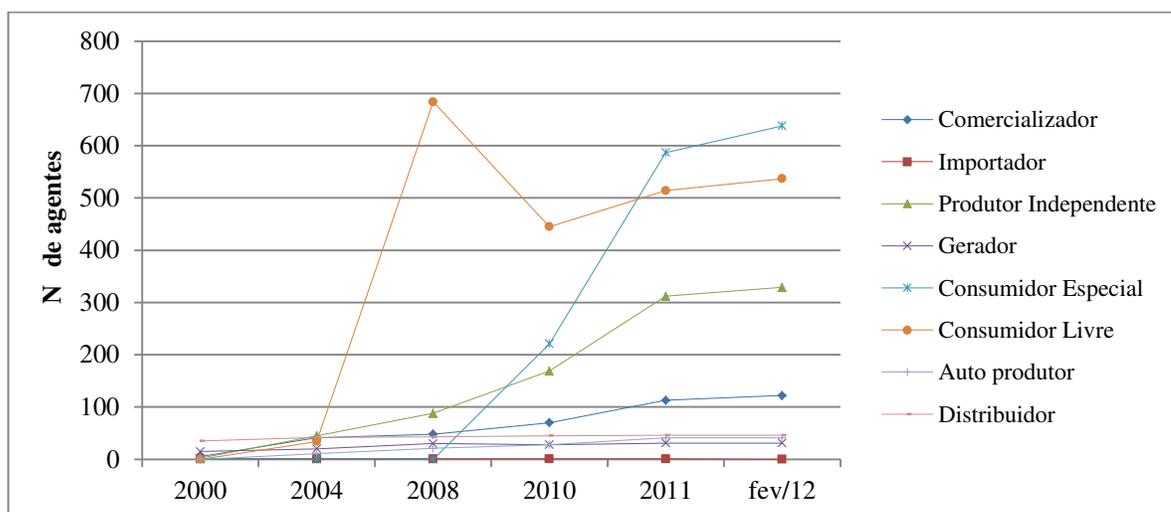


Gráfico 6. Evolução do número de agentes por classe 2000-Fev/2012

Fonte: ANEEL (2012) Informações gerenciais.

Atualmente, também chama a atenção a nova geração de fundos de investimento que vem surgindo para financiar a construção de obras de infraestrutura no Brasil. Trata-se, de fundos bilionários com aporte de capital nacional e estrangeiro. Um exemplo é o caso do P2 Brasil, gerido por uma parceria entre o Pátria Investimentos e a empresa de engenharia Promon e também o fundo *Vinci Partners*, que devem alcançar cada um R\$ 2 bilhões. O alvo desses fundos é a compra de posições de controle em empresas de infraestrutura. O BNDES, no planejamento de projetos que estão sendo estruturados, estimou que até 2013 o país receberá R\$ 310 bilhões em investimentos em infraestrutura, sendo que R\$ 98 bilhões devem ir para o setor elétrico (MANDL, 2010).

No período entre 2005 e 2012 as fusões e aquisições no setor têm se intensificado (Gráfico 7.). A GDF Suez e a Duke Energy negociam uma união de ativos na América Latina. A expectativa é que a reestruturação da Neoenergia, em conjunto com a reestruturação da CPFL, tenha impacto relevante na composição do mercado nacional. Dentre as aquisições, destaca-se a da Elektro pelo grupo espanhol Iberdrola em uma operação que, estima-se, chegou a R\$ 4,8 bilhões. A CPFL comprou a Siif Energies e fundiu os ativos de renováveis com a Ersa, do grupo Pátria (MANDL, 2010).

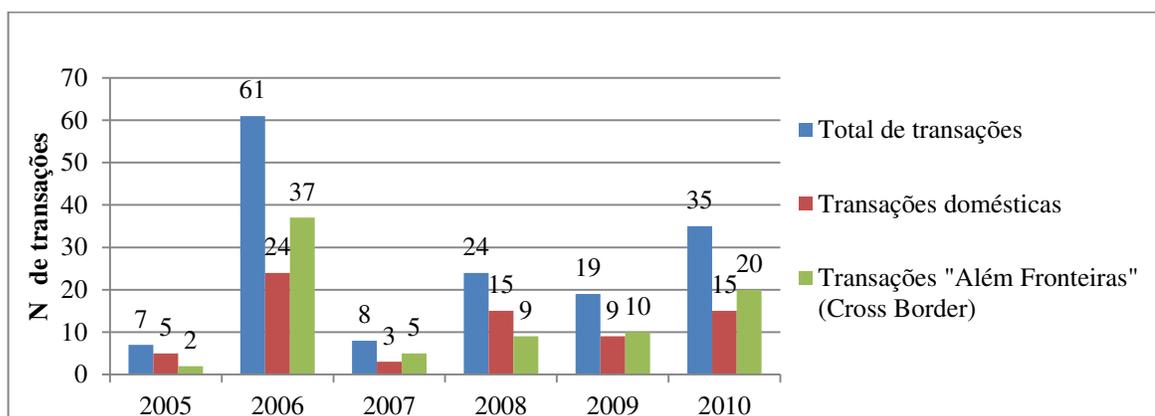


Gráfico 7. Evolução do número de transações - Companhias de Energia 2005-2010

Fonte: Elaboração própria, dados extraídos KPMG (2011) Pesquisa de Fusões e Aquisições.

Dentre os novos entrantes destaca-se a parceria firmada entre o grupo nacional MPX e a alemã E.ON, que estabelece a entrada da maior empresa de serviços públicos alemã no setor e envolve investimentos na casa de R\$18 bilhões. Além disso, vale ressaltar o aumento do investimento chinês no SEB com destaque para as participações indiretas em três grandes distribuidoras: Eletropaulo, Bandeirante e Escelsa.

Este tópico teve como objetivo discutir a atual estrutura de mercado do SEB com destaque para a intensificação da concorrência e seus reflexos sobre a estratégias de diversificação e diferenciação das concessionárias de energia. Aliado a este cenário, a emergência de tecnologias inovadoras como a geração distribuída e as redes inteligentes que no médio e longo prazo seriam capazes de alterar os atuais padrões de concorrência homogêneos do setor. Tal conjuntura iria influenciar as demandas por P,D & I por inserirem novas variáveis ao gerenciamento do consumo energético por parte do usuário final o que possibilitaria a criação de novos serviços e produtos. Dentre estes, destacam-se: a escolha do tipo de fonte energética, a quantidade de energia que será comprada, a capacidade de transmissão, a localização do ponto gerador, o tempo e a qualidade do serviço, os serviços de gerenciamento do consumo e a possibilidade de venda de energia advinda da autoprodução.

Foram analisados os principais condicionantes voltados às estratégias de diversificação assim como as possibilidades de uma transição estrutural de mercado de oligopólio homogêneo para oligopólio diferenciado devido à instauração da concorrência no mercado brasileiro aliada a

introdução de novas tecnologias no setor. O acirramento da concorrência no SEB é caracterizado principalmente pela: (i) intensificação das fusões e aquisições no setor; (ii) pela elevação do número de agentes atuantes, principalmente aqueles participantes do ACL; (iii) pela capitalização e investida de grupos estrangeiros no Brasil.

Destaca-se que a intensificação da concorrência, aliada à introdução de tecnologias de microgeração e do conceito de redes inteligentes, deve influenciar as demandas voltadas a P,D & I no médio e longo prazo. As estratégias de P,D & I das concessionárias de energia devem ser influenciadas pela intensificação da concorrência adquirindo maior protagonismo no que tange as demandas estratégicas voltadas a expansão de seus mercados e as possibilidades de diversificação e diferenciação dos serviços prestados.

O setor deve convergir para a formação de centros regionais integrados de energia nos espaços nacionais, dada a necessidade de maximização de ativos, pessoal, aprendizado e estratégias empresariais. A importância da qualidade do fornecimento, o constante aumento da eficiência operacional e a busca por fidelização de consumidores livres aliados a novas oportunidades de negócio advindos da implementação das redes inteligentes devem ser fortes direcionadores dos atuais padrões de concorrência tradicionalmente homogêneos influenciando as demandas voltadas a P,D & I no médio e longo prazo.

2.2. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, O PROINFA E REDES INTELIGENTES NO BRASIL.

Esta seção tem como objetivo discutir a influência da inserção da Geração Distribuída (GD) e o desenvolvimento das redes inteligentes sobre as atividades de P,D & I no SEB. A GD pode ser conceituada de maneira genérica como aquela localizada próxima aos centros de carga, conectada ao sistema de distribuição ou do lado do consumidor, de pequeno porte e não despachada pelo ONS.

A discussão a respeito do papel da GD em contraste com a geração centralizada remonta aos primórdios da era da eletricidade uma vez que no final do século XIX, Thomas Edison já visualizava um sistema elétrico descentralizado, onde diversas empresas competiriam pela instalação de pequenos geradores próximos ao ponto de consumo (DUNN, 2001). Segundo Dunn

(2001), novas tecnologias como o desenvolvimento da turbina a vapor e da corrente alternada possibilitaram um aumento na capacidade de geração e na transmissão a longas distâncias, reforçando a ideia de que o modelo de produção em larga escala possibilitaria o melhor custo benefício para os consumidores. A disseminação da ideia de que os negócios de energia tratam-se de um monopólio natural também veio a reforçar a disseminação dos modelos de sistemas elétricos centralizados.

Atualmente, conforme discutido no Capítulo 1, mundialmente a indústria de energia vem apresentando indícios de uma transição paradigmática focada na substituição de fontes fósseis por fontes renováveis e no aumento da eficiência energética. Muitos especialistas da área consideram que os atuais sistemas elétricos não conseguirão garantir o suprimento sustentável de energia elétrica com a abrangência e a qualidade exigidas pela sociedade do século XXI. Esse fato, associado ao enorme avanço tecnológico dos últimos anos, abriu razoável espaço para que a geração distribuída (GD) fosse retomada.

No Brasil, que possui enorme potencial a ser explorado nessa área e que ainda tem a necessidade de suprir energia elétrica a expressiva parcela de sua população, a discussão acerca desse tema é imprescindível e vem sendo alvo de ações institucionais através do Programa de Incentivo as fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) que fomentam a geração de energia a partir de fontes renováveis alternativas especificamente: Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), Biomassa e Eólica. Além disso, o planejamento da expansão realizado pela EPE (2011) reduz consideravelmente o número de aproveitamentos hídricos de grande porte do parque gerador nacional a partir de 2030. Esta conjuntura coloca em evidência o papel da GD na diversificação da matriz energética e, conseqüentemente também influenciam as demandas estratégicas das concessionárias de energia e seus esforços de P,D & I.

O Proinfa³⁵ consiste de duas fases. A primeira, tem o objetivo de promover a instalação de 3.300 MW distribuídos igualmente entre as formas de geração eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). A segunda estabelece a elevação da participação das fontes alternativas na matriz elétrica nacional para um mínimo de 10% em um prazo de vinte anos.

³⁵ Implementado através da Lei nº 10.438/02 (alterada pelas Leis nº 10.762 e nº 11.075/04).

Além disso, com vistas a alavancar as capacitações tecnológicas nacionais voltadas a estas fontes de geração foi delimitado um índice de nacionalização dos equipamentos em 60% na primeira fase e 90% na segunda.

Na primeira fase os empreendimentos contratados deveriam iniciar suas operações até dezembro de 2006 e celebrariam contratos de garantia de compra da energia gerada por quinze anos³⁶ (*Feed-in Tariffs*). Coube a Eletrobrás o papel de agente executor responsável pela celebração dos contratos de compra e venda de energia garantindo a demanda da produção energética destes empreendimentos. Além disso, a Eletrobrás é responsável pela administração da conta do Proinfa sendo de sua responsabilidade a confecção do Plano Anual do Proinfa (PAP), documento que deve conter o montante de energia gerada e contratada e o demonstrativo dos custos administrativos, financeiros e tributários incorridos no âmbito do programa.

Ao Ministério de Minas e Energia (MME) através da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) atribui-se a responsabilidade de: (i) determinar as diretrizes para a qualificação e execução dos projetos no âmbito do programa, (ii) definir o montante de energia a ser contratada, (iii) calcular os valores econômicos de cada uma das fontes e (iv) definir a agenda para as chamadas públicas de participação. À ANEEL, atribui-se a função de supervisionar e controlar a conta do Proinfa e atuar junto à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) no cumprimento dos contratos firmados entre a Eletrobrás e os consórcios (MME, 2009).

Além disso, vale ressaltar que o Proinfa conta com apoio específico por parte do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) através do Programa de Apoio Financeiro ao Proinfa que oferece uma carteira exclusiva de financiamento para os empreendimentos ligados as fontes renováveis alternativas³⁷. Sendo assim, este programa é sem dúvida a maior iniciativa pública de incentivo as fontes renováveis alternativas de energia em âmbito nacional.

No que tange a fonte biomassa, o governo contratou, por meio do PROINFA, 27 (685MW), dos quais apenas 22 usinas entraram em operação até 2010. No intuito de aumentar a

³⁶ A lei 10.762/04 prorrogou este prazo para vinte anos.

³⁷ Também participam do programa, o Banco do Brasil (BB), Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA), Banco da Amazônia (BASA), Agência de Desenvolvimento do Nordeste (ADENE), Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e a Caixa Econômica Federal (CEF).

participação da bioeletricidade na matriz elétrica, essa fonte possui, desde 2003, uma regulamentação específica com os seguintes incentivos: possibilidade de comercializar a energia produzida com consumidores que possuem demanda de 50kW ou superior; redução de 50% ou mais nos encargos por uso das redes de transmissão e distribuição; dispensa de licitação para obter a autorização (TOMALSQUIN, 2011).

Em relação à energia eólica, a capacidade instalada no Brasil até 2005 era mínima. Medidas adotadas pelo governo, como participação no PROINFA, isenção na cobrança do Imposto sobre Produto Industrializado (IPI) para aerogeradores, benefícios relacionados ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre equipamentos e componentes eólicos, a inserção de vários projetos eólicos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e no Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), assim como, a adaptação do contrato de venda de energia às condições da fonte eólica e a definição de um modelo para a conexão dessas fontes à rede com subestações coletoras no sistema de transmissão, tiveram como objetivo viabilizar comercialmente esta fonte de geração. Atualmente o preço do megawatt/hora é reflexo de uma série de medidas regulatórias que visaram introduzir esta fonte de energia como uma opção viável no SEB. O valor atual (Maio/2012) do megawatt/hora é de R\$ 105,00 valor considerado competitivo ao preço da energia advinda de fonte hídrica.

Até julho de 2012 esperava-se a entrada em operação de 770 aerogeradores, com produção ao longo de 20 anos na casa dos 132 TWh e investimentos em usinas eólicas no montante de R\$10,3 bilhões, adicionada a construção das centrais eólicas previstas para entrar em operação até julho de 2013, estima-se que o Brasil contará com 5165 MW advindos de fontes eólicas (TOMALSQUIN, 2011).

Já em relação à PCH o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) estimou um potencial teórico de 6,53 GW totalizando um potencial de 12,31 GW somado com o parque gerador atual desta fonte, o equivalente a potência instalada de Itaipu. Segundo Julio Santos (2011), da Agência Ambiente Energia a oportunidade de investimentos em PCHs vislumbra-se como um mercado em expansão com investimentos estimados na casa dos R\$155 bilhões nos próximos 15 anos com tendência de aumento da venda de energia no mercado livre atendendo assim clientes maiores a preços mais competitivos. Tiago Filho (2010) destaca

que a meta colocada no Plano Decenal de Energia de possuir uma base instalada de PCHs que chega a quase 7 mil em 2019 é factível. As oportunidades de investimento estariam relacionadas principalmente na modernização e recapitação de PCHs em operação e na reativação de PCH

Esta iniciativa exemplifica as influências da ação regulatória sobre as atividades de P,D & I do setor elétrico nacional. Ao garantir a compra da produção energética e o subsídio fiscal as fontes energéticas incentivadas a ação institucional busca direcionar e fomentar novas opções de desenvolvimento tecnológico, consequentemente tais ações devem ser devidamente monitoradas pelas concessionárias de energia uma vez que se configuram como oportunidades redutoras de custo com influência relevante no planejamento das atividades de P,D & I.

2.2.1 Redes inteligentes no SEB

Um ponto importante relacionado às iniciativas de GD sejam estas micro, mini ou pequena geração trata da interatividade com o conceito de gerenciamento inteligente da rede. No Brasil a principal motivação para o desenvolvimento da rede inteligente reside na redução de perdas, monitoramento da qualidade e na redução de custos. As distribuidoras estariam focadas principalmente na redução das perdas não técnicas, no aumento da confiabilidade e qualidade do sistema, na redução de custos operacionais, na otimização dos ativos e na viabilização de novas modalidades tarifárias (GUIMARÃES, 2010). O papel das distribuidoras é importante no processo de implantação das redes inteligentes, principalmente na adoção de equipamentos e protocolos que suportem esta tecnologia. Por outro lado, a atuação institucional é vital para proporcionar indicativos que assegurem que investimentos necessários realizados pelas transmissoras e distribuidoras se justifiquem em um cenário futuro de adoção das redes inteligentes.

Sendo assim, diversos estudos vêm sendo conduzidos no sentido de viabilizar a implantação das redes inteligentes no Brasil. O estudo coordenado pela CGEE conta com

representantes de diversos órgãos e setores no intuito de debater motivadores e iniciativas relacionadas às redes inteligentes³⁸ e também, definir os conceitos que nortearão os estudos de implantação no Brasil. A consolidação do grupo de discussão refere-se à primeira meta aprovada pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Programa de Distribuição de Energia Elétrica. A segunda, a ser realizada a partir de 2013 consiste no desenvolvimento de um *Roadmap* que defina rotas tecnológicas e subtemas a serem priorizados pelo grupo (CGEE, 2012).

Vale ressaltar, que o Brasil também já conta com estudos e iniciativas anteriores em andamento, como por exemplo, o estudo realizado em parceria entre a Abradee e a Aptel (Associação das Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações) e diversas concessionárias do setor. O estudo tem como objetivo propor um plano nacional para a migração tecnológica do setor elétrico brasileiro da atual posição para adoção plena do conceito de rede inteligente. A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) também tem contribuído através da realização de um estudo que pretende contextualizar o setor em relação à Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP).

Segundo Paschalicchio (2011) a experiência brasileira de redes inteligentes é recente, iniciando-se a partir de 2010 em pequenos projetos piloto das concessionárias de energia em parceria com universidades e centros de pesquisa nacionais e internacionais. O levantamento conduzido pelo autor identificou as seguintes concessionárias que possuem projetos com o termo rede Inteligente explicitamente empregado: Copel (PR), AES Eletropalulo, parceria Light/Cemig (RJ e MG), Energisa Minas gerais (MG), Ampla (RJ), Coelce (CE), Celg (GO), Bandeirantes Energia (SP), Amazonas Energia (AM) e Eletrobrás Distribuição Alagoas (AL).

As iniciativas *Smart City* que está sendo conduzida pela associação das empresas Ampla e Endesa na Armação de Búzios (RJ), e o projeto que está sendo desenvolvido pela Copel que visa à implantação da rede inteligente na cidade de Fazenda do Rio Grande na região de Curitiba

³⁸ Dentre estes destacam-se o MCTI, MME, MDIC, ANEEL, ONS, EPE, Universidade federal de Brasília (UNB), Universidade Federal do Ceará (UFC), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) a Eletrobrás, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), a Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia (Abradee), a embaixada Britânica, a empresa *National Grid* do reino unido e a Agência Alemã para cooperação Internacional (GIZ).

também merecem menção. Ambos tratam-se de projetos piloto voltados à instalação de infraestrutura necessária para a viabilização local da rede inteligente que visam analisar impactos específicos na distribuição de energia advindas do *Smart Grid* (CGEE, 2012; PASCHALICCHIO, 2011).

Dentre os desafios apresentados pela ANEEL para a implantação das redes inteligentes no Brasil destacam-se aqueles citados na chamada n° 011/2010 que instaura o projeto estratégico “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente”. São eles:

- Integração de Geração Distribuída (GD) e Fontes Renováveis de Energia (FRE) às redes de distribuição;
- Desenvolvimento e padronização de tecnologias associadas à rede inteligente, como por exemplo, na conexão de GD e FRE e nas formas de comunicação através da rede;
- Utilização de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), baseada em inteligência centralizada ou distribuída, como forma de se obter sustentabilidade e eficiência energética das redes de distribuição de energia;
- Desenvolvimento de tecnologias de mercado tais como, por exemplo, plataformas de software adequadas;
- Tecnologias de resposta da demanda como, por exemplo, permitindo resposta a sinais de preço, frequência ou tensão;
- Análise socioeconômica e tarifária objetivando a modicidade;
- Testes de laboratório e certificação para as diferentes novas tecnologias;
- Iniciativas de projetos demonstrativos como, por exemplo, demonstrando operações integradas de eletricidade e mercado;
- Capacitação, treinamento e qualificação profissional;
- Definição de fontes de recursos;
- Infraestrutura de telecomunicação;
- Conscientização da sociedade (ANEEL, 2010 D).

No Brasil, a implementação da rede inteligente é dada como certa, principalmente após a implementação do sistema de compensação de energia e o estabelecimento de diretrizes para conexão da geração distribuída³⁹. Estas medidas irão possibilitar que as distribuidoras usem a energia proveniente de pequenos geradores instalados nas próprias unidades consumidoras. A energia que não for usada pelo consumidor poderá ser transferida para a rede da distribuidora local⁴⁰.

Em suma, entende-se que as iniciativas de GD, sejam estas de microgeração, minigeração ou pequena geração, e o estabelecimento de redes inteligentes encontram um cenário otimista no mercado nacional seguindo uma tendência que vem se consolidando mundialmente⁴¹. No entanto, a inserção e desenvolvimento das redes inteligentes no Brasil têm sido um processo lento, é preciso definir padrões técnicos, superar entraves, como os de origem regulatória, fazer ajustes tributários, de custos e de financiamento para garantir a inserção e competitividade destes tipos de geração e das novas formas de gerenciamento da transmissão e distribuição advindas da utilização do conceito de redes inteligentes.

Destaca-se que as possibilidades para o mercado advindos de novos produtos, serviços e modelos de negócio conforme discutido no capítulo 1 são diversas e devem alterar e inserir novos padrões de concorrência no SEB no médio e longo prazo na medida em que estas tecnologias se difundam no sistema integrado nacional.

³⁹ Resolução. Normativa. 482 de Abril de 2012

⁴⁰ A troca só é válida para geradores que utilizam fontes incentivadas de energia, como hídrica, solar, eólica e de biomassa, e inclui microgeração (até 100 quilowatts de potência) e minigeração (de 100 quilowatts a 1 megawatt).

⁴¹ O Anexo III apresenta os principais incentivos auferidos para a instalação de GD que utilizem fontes hídricas, solar, biomassa ou cogeração (Decreto nº 5.163, de 2004).

2.3. CARACTERÍSTICAS DOS SEGMENTOS DE GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO

Esta seção tem o objetivo de apresentar as principais características dos segmentos de Geração, Transmissão e Distribuição assim como os principais desafios das concessionárias atuantes nestes segmentos.

2.3.1. Geração

O decreto nº 41.019/1957 define a atividade de geração como a transformação de qualquer outra forma de energia em energia elétrica seja qual for sua origem. As unidades de geração de energia são autorizadas a operar pela ANEEL e podem ser representadas por hidrelétricas, termelétricas, centrais geradoras eólicas e solares. Os agentes geradores atuam em um ambiente competitivo vendendo energia tanto para o mercado regulado (ACR), compostos pelas distribuidoras, ou para o mercado livre (ACL), que é composto somente por grandes consumidores.

Todas as etapas de desenvolvimento de uma usina são autorizadas pela ANEEL e fiscalizadas pela Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração (SFG). O grau de complexidade para se obter autorização varia, sendo relativamente simples para as geradoras térmicas (uma vez que a autorização configura-se apenas como um ato administrativo), e mais complexo para as UHEs e PCHs por envolver a exploração de um recurso natural considerado como bem da União, neste caso, a autorização deve ser precedida de um estudo de inventário cujos resultados também deverão ser aprovados pela ANEEL.

No segmento de geração não há autonomia por parte dos agentes de decidir a quantidade de energia que será produzida. Esta responsabilidade cabe ao Operador Nacional do Sistema (ONS) que, através de despacho, deve determinar quanto cada usina deverá produzir levando em conta a economicidade no atendimento à demanda. O operador fica subordinado à coordenação do ONS podendo entrar em operação apenas após a sua autorização, caso a ONS não venha a despachar determinado gerador, este deve ainda ficar a sua disposição.

A expansão da geração está fundamentada na contratação de novas instalações por meio de leilões com base em cenários de crescimento da demanda realizados pela EPE. Cabe ao investidor decidir sobre a realização de novos empreendimentos pautada principalmente pela atratividade do empreendimento. A atratividade é definida com base nas propostas de preço de venda de energia nos leilões de transmissão e de energia nova, em contraste com a evolução esperada dos custos da expansão.

Há três regimes jurídicos aplicáveis à geração de energia: o regime de Serviço Público, de Auto Produção e de Produção Independente. Vale ressaltar que a Lei nº 10848/2004, no intuito de efetivar a desverticalização, vedou que as geradoras desenvolvam atividades de distribuição (Quadro 8.).

Quadro 8. Regimes jurídicos aplicáveis à geração de energia.

Regime de Serviço Público	Regime de Autoprodução	Regime de Produção Independente
Aplica-se às concessões e aos demais atos de outorga do poder concedente, mediante licitação e sujeito ao regime público. Diz respeito ao aproveitamento de potenciais hidráulicos de potência superior a 1000kW e usinas termelétricas de potência superior a 5000kW.	Pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada a seu uso exclusivo	Trata-se de pessoa jurídica ou as empresas reunidas em consórcio com concessão ou autorização do poder concedente para produzir e comercializar energia elétrica por sua conta e risco.

Fonte: Elaboração própria, adaptado TOMALSQUIM (2011).

Em 2009 o parque gerador brasileiro tinha uma capacidade instalada de 116,75 GW, distribuída em 2228 usinas. Cerca de 76% dessa capacidade está concentrada em 674 hidrelétricas (UHE, PCH e CGH). Termelétricas a gás, óleo diesel, óleo combustível e carvão mineral respondem por 17% da capacidade instalada (TOMALSQUIM, 2011).

Em virtude das mudanças institucionais empreendidas o segmento de geração, especificamente seus padrões de financiamento, vêm sendo modificados, com destaque para dois pontos específicos: a entrada de capital privado tanto nacional como internacional e a repartição dos riscos econômicos e financeiros no financiamento de novos investimentos.

A Tabela 2 apresenta os 10 maiores agentes em capacidade de geração, que correspondem a 61,4% da potência instalada no país. Destaca-se na listagem a participação da Tractebel Energia de capital Espanhol e a AES Tietê controlada pela AES Corporation americana.

Tabela 2. 10 maiores agentes em capacidade instalada de geração

Nº	AGENTES DO SETOR	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
1	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. CHESF	10.615.131
2	Furnas Centrais Elétricas S/A.	9.469.000
3	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A. ELETRONORTE	9.256.933
4	Companhia Energética de São Paulo. CESP	7.455.300
5	Itaipu Binacional	7.000.000
6	Tractebel Energia S/A.	6.965.350
7	CEMIG Geração e Transmissão S/A	6.782.574
8	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRÁS	5.291.067
9	Copel Geração S/A.	4.544.914
10	AES Tietê S/A	2.645.050

Fonte: ANEEL, Informações Gerenciais, 2010.

No que tange aos desafios para o segmento de geração, destacam-se aqueles ligados à expansão da matriz energética⁴² e também aqueles ligados à capacitação tecnológica voltada a atender as novas demandas do setor por fontes alternativas de energia. Neste sentido, o PDE 2019 projeta um crescimento da capacidade instalada do SIN em 63,5 GW (cerca de 61% da capacidade atual) até 2019. Dentre os 63,5 GW destaca-se a projeção da participação das fontes alternativas 14,7 GW que representam 23% da expansão.

Dentre os desafios enfrentados pelos agentes geradores no atual mercado destacam-se uma maior articulação com os agentes institucionais (ONS) nas análises e deliberações a respeito do planejamento da expansão e da operação e a renovação das concessões com prazo de

⁴² Com base no planejamento decenal da EPE e o plano nacional de energia elétrica desenvolvido pelo MME.

expiração em 2015. Outro tema relevante é o da consolidação do padrão de diretrizes ambientais aplicadas aos novos empreendimentos que permitam aos investidores o planejamento factível dos custos envolvidos no empreendimento.

2.3.2. Transmissão

O setor de transmissão de energia elétrica possui importância estratégica para o país, a interligação entre diferentes regiões e submercados de energia promove o desenvolvimento de diversos setores produtivos assim como bem estar social. A ampliação planejada do sistema de transmissão tem como objetivo atender com confiabilidade o aumento da oferta e da demanda de energia.

As empresas que obtiveram a concessão através do leilão público realizado pela ANEEL são responsáveis pela implantação e operação da rede que liga as usinas às instalações das companhias distribuidoras localizadas junto aos centros consumidores. A expansão do sistema é realizada por meio de leilões reversos em que a concessão do serviço público de transmissão é arrematada pelo proponente que oferta o maior deságio da Receita Anual Permitida (RAP) inicial do leilão. As concessões de transmissão são válidas por 30 anos e podem ser prorrogadas por igual período. Segundo Tomalsquim (2011), os deságios crescentes, reflexo do mecanismo de concorrência nos leilões pela modicidade tarifaria, vêm minimizando o lucro extraordinário do monopólio.

Em 2009, a rede de transmissão, em tensão acima de 230kV somava 95.582 km de extensão, operado por 64 concessionárias sob a fiscalização da Superintendência dos Serviços de Transmissão (SST). A rede é constituída, na maior parte, de usinas hidrelétricas instaladas em localidades distantes dos centros consumidores. A principal característica desse segmento é a sua divisão em dois grandes blocos: o Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange a quase totalidade do território brasileiro, e os sistemas isolados, instalados principalmente na região Norte (ANEEL, 2010 A).

O SIN abrange as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte. Em 2008, concentrava aproximadamente 900 linhas de transmissão que somavam 89,2 mil

quilômetros nas tensões de 230, 345, 440, 500 e 750 kV (chamada rede básica) e representa 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica no país tanto de fontes internas como de importações (do Paraguai, por conta de Itaipu). O sistema é operado pela ONS que tem a responsabilidade da coordenação e controle da operação. Um importante fator estratégico é a possibilidade de troca de energia elétrica entre regiões dada suas dimensões continentais (ANEEL, 2008).

Os sistemas isolados caracterizam-se por não estarem interligados ao SIN e por não permitirem o intercâmbio de energia elétrica com outras regiões (principalmente devido a características geográficas peculiares da região onde estão instalados). São em sua maioria abastecidos por usinas térmicas movidas a óleo diesel e óleo combustível, mas também abrigam Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e termelétricas movidas à biomassa, principalmente na região Norte nos Estados de Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e Rondônia. (ANEEL, 2008)

Em 2008, segundo a ANEEL, estes sistemas atendiam uma área de 45% do território brasileiro e cerca de 3% da população nacional (aproximadamente 1,3 milhão de consumidores espalhados por 380 localidades) e respondem por 3,4% da energia elétrica produzida no país. A tendência é que os sistemas isolados gradualmente sejam integrados ao SIN contribuindo para a redução dos custos de concessão, construção e operação de novas linhas de transmissão. (ANEEL, 2008)

O planejamento da expansão do sistema de transmissão do Brasil é realizado em conjunto pelos agentes institucionais EPE e ONS. Um fator relevante que influencia fortemente o planejamento da expansão é a multiplicidade dos agentes de transmissão, de diversas origens e distintas características empresariais, o que implica em um esforço permanente de fiscalização e coordenação. Desde 1999 foram realizados 15 leilões e licitados 67 projetos, totalizando 21.317 km de linhas de transmissão. Esses leilões têm atraído em sua maioria capital privado (TOMALSQUIM, 2011).

Até 2019, segundo o PDE, projeta-se um crescimento de cerca de 37.000 km referente a 38% da quantidade de linhas atuais. Dentre os principais desafios destaca-se ligar as usinas de Jirau (3450MW) e Santo Antônio (3150MW) com o Sudeste e conectar Belo Monte

(11.233MW) com as áreas mais industrializadas do país. A ANEEL tem papel preponderante na viabilização destes projetos por meio da realização dos leilões de transmissão.

Dentre as tendências tecnológicas que se projetam para o segmento de transmissão destaca-se a digitalização de subestações. Em resumo, significa trocar o sistema convencional de comunicação interno de uma subestação, utilizando uma nova tecnologia determinada pelo protocolo internacional Ethernet *IEC 61850*, que estabelece padrões de troca de informações entre os diversos componentes das subestações e os centros de operação.

Além da digitalização, existem outras tecnologias que estão sendo utilizadas para modernizar as subestações como, por exemplo, os sistemas de monitoração e diagnóstico que permitem o acompanhamento de equipamentos em tempo real com impactos significativos na identificação e correção de eventuais problemas. Um exemplo prático refere-se à tecnologia denominada *Power Line Communication* ou PLC que torna possível a transformação da rede elétrica em uma rede local de dados e representa uma grande oportunidade para as concessionárias transmissoras que tenham interesse em diversificar suas atividades atuando no mercado de telecomunicações.

No que tange a P,D & I deste segmento observa-se, cada vez mais a introdução da microeletrônica e a convergência digital através do desenvolvimento de softwares que permitam o gerenciamento inteligente da rede em tempo real. O conceito de *Smart Grid*, conforme discutido anteriormente irá permitir que os consumidores tenham maior participação no gerenciamento da demanda de energia proporcionando oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócio⁴³.

⁴³ O desenvolvimento da rede inteligente no Brasil será um dos pontos abordados no tópico seguinte.

2.3.3. Distribuição

As distribuidoras de energia elétrica são empresas de grande porte que funcionam como elo final entre o setor de energia elétrica e a sociedade. Suas instalações recebem das concessionárias de transmissão todo o suprimento destinado ao abastecimento no país e operam em um ambiente regulado, com área de atuação e período de vigência definidos em contratos de concessão de serviço público firmado com o poder concedente representado pela ANEEL.

As empresas distribuidoras são responsáveis pelo atendimento ao consumidor independentemente de seu porte, e tem obrigação legal de permitir o livre acesso a suas instalações aos agentes que necessitem. Sua remuneração se dá através das tarifas de fornecimento de energia elétrica e de Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) por outros agentes. Em 2011 o mercado de distribuição de energia elétrica era atendido por 39 agentes, estatais e privados.

As atividades de distribuição são fiscalizadas pela Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD). Dentre os índices que analisam a qualidade dos serviços prestados destacam-se: o DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), que é um dos indicadores que mede a qualidade do fornecimento de energia do sistema de distribuição e representa a duração média em que os consumidores têm o seu fornecimento de energia interrompido; e o FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) que mede a qualidade do fornecimento de energia do sistema de distribuição através da frequência média em que os consumidores têm o seu fornecimento de energia interrompido (TOMALSQUIM, 2011).

No total, são atendidos cerca de 47 milhões de unidades consumidoras, das quais 85% são consumidores residenciais, em mais de 99% dos municípios brasileiros. A Tabela 3. apresenta os 10 maiores distribuidores por número de consumidores atendidos.

Tabela 3. 10 maiores distribuidores por número de consumidores atendidos Dez/2010

Distribuidora	Número de consumidores Total	Consumo em GWh ano de 2010 Total
CEMIG	7.053.632	23.091
AES ELETROPAULO	6.106.532	35.347
COELBA	4.886.178	14.593
COPEL	3.759.399	21.303
LIGHT	3.665.400	19.460
CPFL PAULISTA	3.595.771	20.602
CELPE	3.091.013	9.972
COELCE	2.856.156	8.163
CELESC	2.345.805	15.033
AMPLA	2.325.081	8.269

Fonte: Adaptado ABRADDEE, 2010.

A constituição de empresas específicas por segmento de atuação (reflexo da desverticalização imposta pelo órgão regulador) gerou a necessidade de regular a contratação entre geradoras e distribuidoras. No atual modelo, a distribuidora não pode comprar energia livremente para atender a seus clientes. Para tanto, as distribuidoras são obrigadas a informar ao MME a quantidade de energia necessária ao atendimento do seu mercado e com base nessas informações o MME homologa a quantidade de energia que deverá ser contratada bem como os empreendimentos de geração, que, a título de referência, integrarão o processo de contratação.

O novo modelo vigente prevê leilões de energia nova, proveniente de novos empreendimentos, e de energia existente, proveniente de usinas em operação e de fontes alternativas. Os montantes são adquiridos em bloco e repartidos entre os compradores. Realizados os leilões, as distribuidoras e as geradoras formalizam a compra por meio do Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR), assim como suas obrigações com a ANEEL através do Contrato de Constituição de Garantias (CCG).

Dentre os desafios impostos as distribuidoras destaca-se a necessidade de aumento da eficiência produtiva devido a mudanças significativas impostas na renovação das concessões vincendas em 2015. Estas mudanças impostas pela medida provisória 579 representam uma redução de aproximadamente 20% do valor da tarifa para o usuário final e impactam diretamente as margens de lucro das distribuidoras. Outro desafio é o combate às perdas não técnicas. Segundo dados da ANEEL, no ano de 2009 cerca de R\$ 5 bilhões da receita total das distribuidoras (que é de aproximadamente R\$75 bilhões/ano) referem-se à energia furtada. Na área de concessão da Light, que inclui 31 municípios do estado do Rio de Janeiro totalizando cerca de 4 milhões de unidades consumidoras, de toda energia distribuída pela companhia 42% é furtada. A ANEEL determina que o custo desta energia que não é faturada seja rateada entre todos os consumidores da distribuidora o que acarreta na elevação da tarifa para o usuário final (LEAL; BAZUTTI, 2010).

No que tange a P&D, conforme mencionado anteriormente, o cenário de evolução tecnológica é a associação entre os setores de energia elétrica e telecomunicações através de uma única rede destinada aos serviços de distribuição de energia e de comunicação (AGUIAR, 2009, FALCÃO, 2009; 2010, PASCALICCHIO, 2011).

2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ATORES INSTITUCIONAIS RESPONSÁVEIS PELA REGULAÇÃO E O FOMENTO A P,D & I NO SEB.

Esta seção tem como objetivo discutir as principais mudanças no âmbito dos atores institucionais responsáveis pela regulação das atividades concernentes ao SEB e seus reflexos sobre o financiamento e as atividades de P,D & I⁴⁴.

A reforma do setor elétrico brasileiro começou a se efetivar a partir do governo Fernando Henrique Cardoso. As primeiras privatizações das distribuidoras Light e Excelsa começaram

⁴⁴Os principais atores institucionais e suas respectivas atribuições regulatórias e de coordenação encontram-se detalhadas no Anexo IV.

antes que o novo modelo institucional se constituísse, o ponto decisivo neste período foi à sanção da Lei de Concessões⁴⁵ em 1995 que acabaria com o princípio dos monopólios regionais das empresas elétricas permitindo a instauração de concorrência entre as empresas do setor. O órgão regulador (ANEEL) só viria a ser criado em 1997.

Conforme discutido, a reforma se inspirou diretamente no modelo britânico baseado no relatório desenvolvido pela consultoria *Coopers e Lybrand* que sugeria o desmembramento das empresas estatais em geradoras, transportadoras e distribuidoras. O setor privado assumiria a responsabilidade pelos investimentos necessários ao passo que ao Estado caberia à regulação. A principal crítica até então se referia à gestão descentralizada nos moldes do sistema inglês. O principal argumento de diversos técnicos nacionais era de que esse modelo só era compatível com um sistema apoiado na energia térmica, onde o papel dos produtores independentes seria importante, diferente do Brasil, com forte domínio hídrico e grande complementaridade dos regimes das grandes bacias hidrográficas. O sistema técnico brasileiro para ser operado de uma forma eficiente requereria uma gestão centralizada.

A coordenação das atividades de geração, transporte e distribuição, que era assumida anteriormente pela Eletrobrás, passaria ao controle de um órgão colegiado subordinado às demais empresas, o Operador Nacional do Sistema (ONS). Na prática, o ONS herdou toda infraestrutura de despacho da Eletrobrás e assumiu uma função de forte controle sobre a quantidade e a orientação dos fluxos energéticos no SIN. Esta mudança estrutural impactou a dinâmica de P&D principalmente devido a perda de protagonismo da Eletrobrás como principal financiadora do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). Vale lembrar que os desafios no gerenciamento das atividades de geração, transporte e distribuição são uma importante fonte de demandas para a P, D & I e conseqüentemente para o CEPEL. No capítulo seguinte o papel deste centro no sistema setorial de inovação elétrico será discutido com maior profundidade.

Outra mudança substancial se deu a partir de 2003 na instauração do novo modelo do SEB principalmente nas atribuições do MME, que passou a ter controle dos empreendimentos a serem licitados assumindo parcela do poder até então exercido pela ANEEL. Especialmente

⁴⁵ Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995.

através da criação da EPE que tem como objetivo coordenar o planejamento do setor elétrico (FURTADO, 2011). A subordinação da EPE ao MME e a falta de relação direta com o órgão regulador, é um ponto do sistema setorial de inovação elétrico que merece atenção. Uma relação mais próxima entre estes atores seria benéfica permitindo uma maior articulação entre a análise prospectiva da expansão do sistema integrado nacional e dos recursos disponíveis e que serão necessários (hídricos, eólicos, solar) com as reais demandas dos projetos de P&D que vem sendo desenvolvidos e coordenados pela ANEEL e pelo fundo setorial CTEnnerg.

O novo arranjo que se instituiu a partir do Governo do presidente Luís Inácio da Silva foi o de um modelo híbrido que mistura intervencionismo público com certo nível de concorrência. O modelo inclui elementos da concorrência direta por meio do processo de leilão para geração e transmissão e no âmbito da comercialização de energia através do ACL e, objetiva uma coordenação centralizada.

Porém, dada a pluralidade de atores, atualmente dotados de maior autonomia, o arranjo tem apresentado dificuldades na coordenação do setor principalmente no que tange as atividades de P&D. Furtado (2011) destaca que o planejamento governamental é essencialmente indicativo e pressupõe que os atores irão aderir aos incentivos criados pelo Governo. Segundo este autor a questão é complexa uma vez que as empresas são dotadas de lógicas diferentes e até mesmo conflitivas dada a coexistência no mercado de empresas privadas e estatais, nacionais e estrangeiras e de diferentes portes.

Sales (2010) destaca a questão da perda de autonomia da ANEEL frente aos interesses governamentais e seus impactos sobre as atividades do setor. Este autor explica que as agências reguladoras são entidades de Estado, e não de Governo. As instituições de Estado são diferentes de instituições de Governo porque estas últimas - pela natural imposição das expectativas imediatistas dos eleitores - tendem a privilegiar o curto prazo, com decisões muitas vezes incompatíveis com a realidade do setor de infraestrutura intensivo em capital e de retorno de longo prazo. Estes setores são sensíveis aos riscos de mudanças no marco regulatório decorrentes da alternância dos governantes. Assim, a perda de autonomia da agência reguladora responsável pela manutenção de uma visão de longo prazo capaz de identificar desafios e coordenar a construção de capacitações tecnológicas é preocupante. Neste sentido, é possível que se comprometam objetivos de longo prazo, como é o caso do direcionamento de esforços de

P&D para o desenvolvimento e difusão de tecnologias específicas visto a maior possibilidade de alternância de objetivos de acordo com as mudanças de governo. Um exemplo deste tipo de medida é a recente reativação de usinas termelétricas cuja participação já havia sido excluída dos planejamentos de longo prazo da matriz energética nacional.

No Brasil as agências reguladoras possuem dois papéis principais: minimizar a incerteza regulatória, que pode reduzir a confiança do investidor e projetar-se como um administrador imparcial e autônomo dos agentes do mercado. Assim, Gastaldo e Berger (2009) destacam que o ponto crucial para entender o papel de um órgão regulador é compreender que, no processo de prestação de serviços públicos, existem basicamente três interesses distintos e que podem estar em conflito: os interesses do usuário, do prestador de serviços (concessionária) e do governo. Um exemplo prático destes conflitos seria as imposições colocadas às concessionárias de energia através da medida provisória 579 na renovação das concessões vencidas em 2015. As alterações que representam perdas para as concessionárias afetam significativamente o planejamento da expansão do sistema assim como as atividades de P,D & I.

Em suma é importante ressaltar que a atração de investimentos para o setor elétrico brasileiro, e conseqüentemente a expansão do sistema integrado, estará diretamente vinculada à existência de uma regulação de serviços públicos consistentes. Com regras claras, estáveis e especialmente com órgãos reguladores sérios, com autonomia e elevada competência técnica para a tomada de decisões ágeis que permitam adaptação e mudança frente aos desafios e às demandas tecnológicas do setor. Conciliar de maneira igualitária e independente os diferentes interesses envolvidos no setor elétrico com vistas aos desafios futuros do setor seria o principal desafio da ANEEL.

2.5. CONCLUSÕES SOBRE A ESTRUTURA CONCORRENCIAL E O ARRANJO INSTITUCIONAL E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE AS ATIVIDADES DE P,D & I

Este capítulo buscou discutir as principais características e especificidades do SEB com destaque para o contexto concorrencial e institucional no qual as concessionárias de energia estão inseridas e que compõem o ambiente no qual as atividades de P&D são realizadas.

Sendo assim, destaca-se que seguindo tendências internacionais na regulação de mercados de energia, foram gerados mecanismos mercadológicos liberalizantes que diminuíram barreiras institucionais e incluíram a iniciativa privada no planejamento do setor. As reformas no mercado de energia implementadas a partir da década de 90 acompanharam de forma semelhante as principais reformas implementadas pelos países desenvolvidos durante a década de 70. No Brasil, os principais objetivos das reformas eram a criação de estruturas competitivas quando possível e o repasse à iniciativa privada da responsabilidade pelos investimentos na expansão da capacidade produtiva. A estrutura de mercado subjacente às reformas implementadas é composta tanto de empresas estatais como privadas.

A análise da atual estrutura de mercado do SEB permitiu evidenciar a intensificação da concorrência no setor caracterizada principalmente pela: (i) intensificação das fusões e aquisições (ii) pela elevação do número de agentes atuantes no SEB, principalmente aqueles participantes do ACL; e (iii) pela capitalização e investida de grupos estrangeiros no Brasil. Em relação à estrutura de mercado também foi discutida a possibilidade de transição da atual estrutura de oligopólio homogêneo para de oligopólio diferenciado no médio e longo prazo. Esta transformação seria influenciada principalmente pela intensificação da concorrência e pela introdução de novas tecnologias, especificamente a microgeração e a adoção das redes inteligentes, capazes de alterar os atuais padrões de concorrência da indústria elétrica. Esta conjuntura influenciaria as estratégias de expansão das concessionárias de energia no médio e longo prazo dada as novas possibilidades de diversificação e diferenciação dos serviços prestados. As estratégias de P,D & I teriam neste contexto maior protagonismo no que tange as demandas estratégicas voltadas à expansão de seus mercados.

Neste capítulo também foram discutidas a as influências da ação regulatória sobre as atividades de P,D & I, especificamente o papel do PROINFA. Assim, destaca-se que a atuação institucional ao garantir a compra da produção energética e o subsídio fiscal das fontes energéticas de menor impacto ambiental visa direcionar e fomentar novas opções tecnológicas no SEB. Conseqüentemente, tais ações devem ser devidamente monitoradas pelas concessionárias de energia uma vez que se configuram como oportunidades redutoras de custo com influência relevante no planejamento das atividades de P,D & I.

Sobre a atuação regulatória destaca-se a importância da manutenção de um marco regulatório estável capaz de transmitir segurança ao setor privado. O que implica na manutenção da autonomia do órgão regulador porém com uma atuação próxima de outros atores institucionais como é o caso da EPE com vistas a definição de um planejamento de longo prazo consistente. A manutenção de regras claras é importante para assegurar o fluxo de investimentos para o setor e influencia tanto o planejamento da expansão do sistema como também as atividades de P,D & I, especificamente as atividades de longo prazo e que demandem maior aporte de recursos.

No próximo capítulo será discutida a dinâmica da inovação no SEB e os impactos do programa de P&D da ANEEL sobre o Sistema de Inovação Setorial Elétrico Brasileiro.

CAPÍTULO 3. A DINÂMICA DA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No intuito de discutir as principais características relacionadas aos esforços de P,D & I no setor elétrico brasileiro e os impactos do programa de P&D regulado pela ANEEL. Este capítulo, embasado pela literatura referente aos sistemas de inovação (SI) (FREEMAN, 1987, LUNDEVALL, 1992, NELSON, 1993, MALERBA, 2002), busca identificar e analisar as relações entre as principais classes de atores envolvidos nestas atividades: as concessionárias de energia elétrica, os órgãos institucionais, os institutos de pesquisa públicos e privados, as universidades e a indústria de máquinas e equipamentos elétricos.

Ao utilizarmos a abordagem de SI entende-se que em cada país a inovação tecnológica é realizada dentro de sistemas setoriais de inovação (SSI). O conceito SSI proporciona uma visão multidimensional e dinâmica de um determinado setor industrial. Este conceito pressupõe que cada setor possui uma base de conhecimentos, tecnologias, insumos e demandas específicas. Os atores são organizações em diferentes níveis que interagem através de processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, concorrência e de comando (MALERBA, 2002). O arranjo institucional em um SSI caracteriza-se por uma determinada forma de divisão dos papéis e funções entre os atores institucionais no processo de inovação.

Vale destacar que a forma como os atores interagem no processo de inovação setorial não é homogênea entre os países e os setores. As formas de interação são condicionadas ao longo da formação do sistema dada as peculiaridades de cada país. Portanto, vale ressaltar que as características do sistema setorial estão relacionadas à sua história específica.

O setor elétrico brasileiro se enquadra dentro desse contexto. A inovação ocorre a partir da interação entre empresas (usuários e fornecedores), com instituições de pesquisa e as políticas do governo. A inovação no setor, conforme discutido ao longo deste trabalho, é fortemente influenciada pela ação dos órgãos institucionais e depende da intensidade e da qualidade da interação entre os atores do sistema. As instituições adquirem um papel central ao fundamentar a base na qual se dão as relações entre os diferentes atores (FURTADO, 2011). Dentre os componentes de um sistema de inovação destacam-se os seguintes elementos constitutivos: *(i)* os atores que compõem o sistema, *(ii)* seus papéis e funções, *(iii)* o marco regulatório e as políticas e *(iv)* os mecanismos de coordenação institucional dos diferentes atores.

Vale ressaltar, que iniciativas semelhantes utilizando a abordagem de SI para analisar o setor elétrico já foram realizadas em outros países como, por exemplo, o trabalho de Johnson e Jacobsson (2003) que compararam as capacitações tecnológicas eólicas da Alemanha, Dinamarca e Suécia. Foxon *et al.* (2005) no Reino Unido, Nemet (2009) nos EUA e Rogge e Hoffmann (2010) na Alemanha. Nestes estudos, também foi utilizada a abordagem de sistemas de inovação para conduzir análises sobre o setor elétrico e suas capacitações tecnológicas.

No Brasil diferentes trabalhos voltaram-se a analisar a dinâmica das atividades de P,D & I no setor elétrico, principalmente após a promulgação da Lei No 9.991, de 24 de Julho de 2000 que obriga as concessionárias de energia a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo 1% de sua receita operacional líquida (ROL) em P&D e programas de eficiência energética. A utilização destes recursos é dividida respectivamente em setenta e cinco por cento em atividades de P&D e, no mínimo, vinte e cinco por cento em programas de eficiência energética. Dentre os trabalhos que serão utilizados como substrato desta análise destacam-se: Soares (1997), Pompermayer (2011), Furtado (2011) e IPEA (2012).

O objetivo do capítulo é destacar as principais características relacionadas à dinâmica da P,D & I no SEB orientado pela premissa de possibilitar a convergência de interesses da sociedade, do governo, das concessionárias, das universidades e da indústria de máquinas e equipamentos elétricos.

Para tanto, o capítulo está dividido em quatro seções. A primeira apresenta um histórico da atividade de P&D no SEB. A segunda apresenta as principais iniciativas de fomento a P&D no setor: o programa de P&D da ANEEL e a ação do Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) através do fundo setorial CT-ENERG. A terceira seção discute os reflexos destes programas sobre a dinâmica de interação dos diferentes atores que participam das atividades de P&D: concessionárias, centros de pesquisa, universidades e a indústria de máquinas e equipamentos elétricos. Por fim, a quarta e última seção apresenta as considerações finais do capítulo destacando as principais características do Sistema de Inovação Setorial Elétrico Brasileiro.

3.1. HISTÓRICO DA P&D NO SEB

A construção de capacitações tecnológicas no SEB coincide com a consolidação do modelo estatal a partir da década de 1950. Este modelo é marcado principalmente pela necessidade de industrializar o país frente à incapacidade do setor privado de corresponder às necessidades de investimento para a expansão do sistema elétrico nacional. Um ponto importante destacado por Coutinho & Ferraz (1994), com forte relação com o desenvolvimento de capacitações tecnológicas no setor, trata das características do processo de industrialização brasileiro. Estes autores destacam que diferentemente do ocorrido em outros países, em que o processo de industrialização demandou um esforço em P&D por parte das empresas locais e a constituição de uma infraestrutura de serviços tecnológicos articulados com a indústria, no Brasil, o processo de industrialização não influenciou significativamente a oferta interna de tecnologia.

Frente aos desafios relacionados ao planejamento e expansão de longo prazo do SEB o papel da empresa estatal Eletrobrás foi vital na consolidação de capacitações tecnológicas essenciais para o desenvolvimento do setor. Além disso, esta empresa também atuou como um importante vetor do desenvolvimento em diferentes regiões do país.

O principal impulso à institucionalização da atividade de P&D está relacionado com o arranjo de pesquisa colaborativa adotado no setor. O papel desempenhado pela Eletrobrás foi essencial através da criação e financiamento⁴⁶ do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) em 1974. Antes da criação do CEPEL não existia nenhuma atividade sistemática que coordenava e integrava a pesquisa para o setor elétrico nacional. As atividades de P&D limitavam-se a alguns institutos eletrotécnicos ligados a universidades e por departamentos de estudos e pequenos laboratórios de algumas concessionárias de energia elétrica. O objetivo principal era solucionar problemas de manutenção de equipamentos e de instrumentos de medição (SOARES, 1997).

⁴⁶ Os recursos alocados pela Eletrobrás no CEPEL chegaram a representar 90% de seu orçamento variando de US\$ 25 milhões a US\$ 30 milhões nos primeiros 15 anos do centro. O volume de recursos aumentaram para US\$ 37,6 milhões e US\$ 45,7 milhões nos anos de 1994 e 1995, respectivamente (SOARES, 1997).

O CEPEL tinha como objetivo centralizar as atividades de pesquisa do setor e teve uma atuação decisiva na capacitação tecnológica das empresas atuantes no SEB. Esse centro participou ativamente da formação de mão-de-obra especializada, dando três importantes contribuições: (i) melhoria da qualidade dos equipamentos fabricados no país, (ii) o desenvolvimento de equipamentos de controle, supervisão e proteção de subestações e linhas de transmissão, baseados nas aplicações de eletrônica digital, e (iii) desenvolvendo programas de computador para o planejamento e a operação de sistemas elétricos (SOARES, 1997).

Conforme mencionado na revisão histórica sobre o SEB no capítulo 2 a operação de diferentes bacias hidrográficas simultaneamente representou vantagens ao sistema elétrico nacional uma vez que proporcionou uma maior capacidade de gerenciamento dos recursos energéticos. No período de 1950 a 1970, o Brasil desenvolveu competências tecnológicas importantes no gerenciamento e planejamento de sistemas elétricos de grande porte baseados no paradigma hidrelétrico. Também foram desenvolvidas capacitações tecnológicas importantes referentes à fonte de energia nuclear. O desenvolvimento destas competências resultaram na construção de grandes empreendimentos, como a construção de Itaipu em 1973, Tucuruí em 1974 e a usina nuclear de Angra I (1972) (PINTO Jr. *et. al.*, 2007).

O arranjo institucional voltado a P&D com base na pesquisa colaborativa foi abalado pela queda acentuada no investimento que se concretizou durante as décadas de 70 e 80⁴⁷. As empresas estatais passam a apresentar escassez de recursos próprios, pouco acesso a fontes de financiamento, e dificuldades na solução de problemas de gestão e de cunho científico tecnológico. Na década de 1990, observou-se uma permanente queda e inconstância na intensidade da participação da ELETROBRÁS no financiamento das atividades de P&D do CEPEL. Esse fato influenciou mudanças estratégicas na atuação do centro, principalmente devido

⁴⁷ Conforme discutido no capítulo 2 fruto do 1º e 2º choques do petróleo, que resulta na elevação do preço desta commodity mundialmente, e, na elevação dos juros nos EUA. A convencionada “crise da dívida” impacta diretamente o fluxo de investimentos em diferentes países sul americanos e se intensifica com o *default* da dívida mexicana em 1982.

ao seu caráter voltado a projetos de longa duração que demandavam estabilidade de recursos (SOARES, 1997).

Neste sentido, Soares (1997) afirma que a presença do Estado como coordenador dos esforços de P&D no SEB foi capaz de fomentar a organização da base tecnológica do país. Porém, não foi suficiente para reverter o quadro de dependência relativo à fabricação e à comercialização das grandes e complexas instalações e equipamentos do sistema elétrico. Estas capacitações essenciais seriam as condutoras das principais inovações na indústria elétrica. Sendo assim, este autor destaca a falta no país de uma política eletro energética aliada à política industrial, articulada em torno dos principais atores relevantes para o sistema: firmas de engenharia, produtores de equipamentos, firmas de construção civil, centros de pesquisa e universidades.

No Brasil o planejamento de um novo modelo para o setor elétrico é influenciado pelas ideias neoliberais em evidência no mundo todo que discutiam o papel do Estado na economia. Assim, durante a década de 1990, é dado início ao processo de privatização das empresas de energia. No que tange o CEPEL, seu planejamento estratégico é reestruturado com vistas a realizar uma transição de centro de excelência para centro produtor de tecnologia. Seu objetivo mais amplo seria atuar no aprimoramento e na adequação permanente dos serviços de energia elétrica efetivando novos padrões de qualidade, produtividade e economicidade. Assim, suas atividades de P&D são direcionadas tendo em vista esta ampla diretriz (SOARES, 1997).

Dentre os fatores motivadores que influenciaram a reformulação do plano estratégico do CEPEL, Erber & Amaral (1995) destacam que o centro possuía uma articulação insatisfatória com a cadeia produtiva do setor e com outros centros de pesquisas afins e universidades. Dentre as principais razões, destacam a falta de coordenação com vistas à integração dos diferentes atores nos esforços inovativos e na difusão de novas tecnologias. A principal crítica seria de uma postura pouco empresarial que não atuava diretamente sobre as demandas da indústria de máquinas e equipamentos elétricos. O maior interesse estaria voltado para as concessionárias.

Segundo Furtado (2011), com a privatização das empresas do setor elétrico, a criação do fundo setorial CTEneg e dos Projetos da ANEEL, o arranjo colaborativo que tinha o CEPEL como principal ator ficou em situação de forte incerteza quanto a sua inserção dentro do sistema setorial de inovação. As perspectivas do centro eram de se tornar um prestador de serviços para o

setor elétrico. Nesse período, o CEPEL atravessou uma etapa difícil, tendo que ao longo da segunda metade da década de 90 buscar fontes alternativas de financiamento através da venda de serviços. A partir da crise aberta pelo racionamento de energia, em 2001, o projeto de privatização do setor elétrico é paralisado. No governo do presidente Luís Inácio da Silva, a Eletrobrás volta a se afirmar como uma peça importante no cenário nacional. Essa mudança de rumo reposicionou novamente o CEPEL como um dos atores centrais do sistema setorial de inovação.

A análise histórica da trajetória do CEPEL permite identificar a ausência de uma política científica e tecnológica voltada ao setor elétrico no período que são empreendidas reformas institucionais importantes. As reformas, voltadas à abertura do mercado de energia no Brasil e o incentivo à competição possibilitaram uma maior participação de agentes privados no setor e demandaram uma reestruturação dos diferentes atores institucionais. O que se percebe durante a década de 90 é um hiato nas políticas voltadas ao desenvolvimento tecnológico do setor que colocam o CEPEL numa condição de fragilidade e limitação quanto a sua capacidade de atuação.

Neste sentido, no Brasil, foram tomadas iniciativas importantes para garantir investimentos em P&D no setor. Estas iniciativas estavam ligadas a necessidade de assegurar que os investimentos em infra estrutura de P&D, como é o caso do CEPEL, não se perdessem. A obrigatoriedade do investimento em P&D foi uma concessão a privatização para que não se perdesse toda a iniciativa já consolidada. Os impactos destas iniciativas sobre os diferentes atores que compõem o Sistema Setorial de Inovação Elétrico Brasileiro serão abordados nas seções seguintes.

Em relação à dinâmica da P&D nas demais empresas do setor, o trabalho de Soares (1997) analisa transformações institucionais e organizacionais no SEB e apresenta estudos de caso de quatro concessionárias de energia: Furnas, Eletronorte, CPFL e Copel. O autor destaca que as empresas brasileiras acumularam desde o pós segunda guerra até o início dos anos 80 importantes capacitações no planejamento, operação, geração, desenho de projetos de P&D. O esforço destas empresas liderados pelo Estado através do CEPEL passou a sustentar grande parcela das demandas por inovações e serviços tecnológicos provenientes do desenvolvimento da infra estrutura produtiva do setor. Porém, os esforços internos de P&D executados internamente pelas empresas eram limitados.

No caso de Furnas que de certa forma foi o embrião que gerou a ELETROBRÁS. Apesar da *holding* ter transferido uma parte de suas competências associada ao planejamento, construção e operação de redes de transmissão, Furnas conservou muitas capacitações associadas à construção de grandes barragens. O esforço de P&D desta empresa foi em média de 0,2% de seu faturamento de 1990 a 1994. Esse esforço alcançou US\$ 6,6 milhões em 1994, que foi um pouco menor aos recursos mobilizados pela estatal na capacitação profissional de seus funcionários. Ao todo em 1994, haviam 262 engenheiros empregados no serviço de engenharia de Furnas. Esta empresa também interagiu com grupos de pesquisa situados em universidades e centros de pesquisa, inclusive com o CEPEL. Em 1994, Furnas despendia US\$ 1,2 milhão em contratos com 13 grupos de pesquisa (SOARES, 1997).

A Copel desenvolveu um convênio com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) para a criação de dois centros que realizavam pesquisa, o Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza (CEHPAR) e o Laboratório Central de Eletrotécnica e Eletrônica (LAC). Em ambos eram realizadas cursos e pesquisas para a Copel.

A CPFL abrigou um centro de pesquisa e treinamento durante os anos 80. O centro foi desativado por conta dos ajustes financeiros realizados pela mesma companhia no final desta década. Entretanto, a CPFL conservou uma política de contratação de pesquisa junto a universidades. Em 1994, a CPFL tinha um total de nove convênios em um valor de US\$ 1 milhão com universidades, centros de pesquisas e empresas. O último caso citado pelo trabalho de Soares (1997) é o da Eletronorte. Essa empresa não dispunha de nenhum esforço interno de P&D. A tecnologia era adquirida externamente de fornecedores. Em 1994 a empresa chegou a gastar US\$ 1,8 milhão em licenças de *know-how* e assistência (SOARES, 1997).

Em suma, destaca-se que os esforços de P&D realizados internamente pelas empresas elétricas ainda eram muito limitados durante a década de 90. O caso mais expressivo era o de Furnas, ligado à ELETROBRÁS. Fora o caso dessa empresa, que tinha uma estrutura de P&D mais consolidada, o modelo mais comum das empresas que realizavam esforços internos era o da contratação de serviços nas universidades (como é o caso da CPFL e da COPEL). Neste último caso, houve um acordo para a criação de um laboratório dentro da universidade. Tal modelo se verificou também entre a USP e a CESP no Estado de São Paulo (SOARES, 1997; FURTADO, 2011).

3.2. MECANISMOS DE FOMENTO A P&D NO SEB

Esta seção tem o objetivo de apresentar os principais mecanismos de fomento às atividades de P&D no SEB, o programa de P&D da ANEEL e as ações do fundo setorial CTenerg. Serão apresentadas as principais regras impostas pelos órgãos institucionais, assim como, os mecanismos de coordenação institucional dos diferentes atores no que tange as atividades de P&D.

3.2.1. O programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL

O Decreto nº 2.335/97 que trata da constituição da ANEEL destaca que cabe a ela estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico necessárias ao setor de energia elétrica. Assim, a partir de 1999 após a implementação da ANEEL, empresas de energia elétrica passaram a ser obrigadas a aplicar 1% de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em eficiência energética e P&D. No entanto, no início, poucas empresas foram alcançadas por essa obrigação, notadamente aquelas cujos contratos de concessão haviam sido modificados.

Até então, a renúncia fiscal era o principal mecanismo de incentivo ao desenvolvimento tecnológico. Tanto as empresas do setor elétrico quanto de outros setores, tinham a possibilidade de recuperar eventuais despesas com pesquisa e inovação pelo uso de um percentual de dedução em seu imposto de renda. Antes da publicação da lei nº 9.991/2000 as ações voltadas para esse fim faziam-se de forma esporádica utilizando o arranjo colaborativo, exceto no caso das empresas cujos contratos traziam a obrigação de investimento em P&D. Nas concessionárias, as atividades de P&D eram realizadas de acordo com a suas demandas específicas necessitando apenas do aval da administração vigente, não havendo qualquer regularidade ou segurança nos investimentos. No que tange as estatais, os investimentos também dependiam das vontades políticas nacionais e regionais.

Vale lembrar que, excluindo-se a atuação da Eletrobrás em relação ao CEPREL, iniciativas isoladas também foram realizadas, conforme discutido na seção anterior e destacado por Soares (1997). Exemplos destas iniciativas são Furnas, Eletronorte, CPFL e Copel. Em relação à

indústria de máquinas e equipamentos elétricos, uma preocupação institucional importante era, e ainda é, o claro domínio do mercado de produtos de firmas multinacionais, sem qualquer vocação para investimento em P&D no Brasil, visto que estas mantêm centros de pesquisa em seus países de origem.

No ano 2000, com vistas a manutenção das iniciativas de infra estrutura de P&D foi editada a lei nº 9.991, que viria a concretizar mudanças na dinâmica das atividades de P&D do setor. Dentre os objetivos formais da lei, superar os desafios tecnológicos do setor fomentando a busca por constantes inovações através do estímulo a interação de diferentes classes de atores: concessionárias, centros de pesquisa, universidades e fornecedores de equipamentos elétricos.

A Lei 9.991/2000 estabelece um encargo tarifário de forma que, 1% da ROL de cada concessionária, seja destinado a atividades de P&D, programas de eficiência energética (PEE), Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia (FNDCT) e Ministério de Minas e Energia (MME) (ANEEL, 2008). O financiador desse programa é o consumidor, embora administrado pelas concessionárias do setor, o programa é regulado pela ANEEL. Estão isentos da contribuição aquelas empresas que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares.

Os projetos podem ser desenvolvidos pelas próprias empresas, cooperativamente entre duas ou mais empresas, com instituições públicas ou privadas de ensino e/ou de pesquisa, bem como com empresas de consultoria e fabricantes de materiais e equipamentos. Estas últimas devem atuar como instituição parceira (ANEEL, 2008).

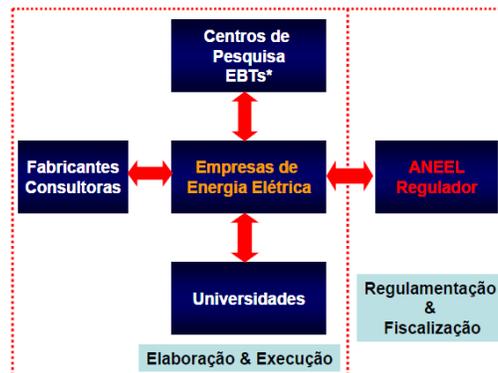


Figura 3. Arranjo Institucional do Programa de P&D da ANEEL.

*Empresas de Base Tecnológica

Fonte: Eletrobrás, 2011.

A lei nº 9.991/2000 também estabeleceu um período de transição para os casos específicos. Tanto para os contratos de concessão, celebrados até a data de publicação da lei e que não traziam previsão de investimento em P&D, quanto para às empresas cujos contratos traziam determinação de percentual de investimento em P&D diferente dos definidos na lei nº 9.991/2000. A partir de janeiro de 2006 ambas as modalidades deveriam seguir os mesmos percentuais. Vale notar, que esta lei também vem sendo modificada ao longo do tempo. Estas mudanças alteraram a divisão dos recursos a serem aplicados em P&D e eficiência energética. O quadro 9 apresenta a atual distribuição do percentual destinado à P&D, PEE, FNDCT e MME com vigência até 2015, e a divisão percentual de recursos prevista para ser implementada a partir de 2016.

Quadro 9. Distribuição percentual dos recursos destinados as atividades de P&D, programas de eficiência energética (PEE), Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia (FNDCT) e Ministério de Minas e Energia (MME).

Segmento	Lei 12.212/2010 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 21/01/2010 a 31/12/2015				A partir de 1º/01/2016			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Fonte: ANEEL, 2012.

O programa de P&D da ANEEL também determina que, dos recursos obrigatoriamente destinados à P&D, 40% deverão ser aplicados diretamente pelas empresas do setor elétrico em projetos de seu interesse. É responsabilidade da ANEEL definir as condições para a execução das pesquisas e acompanhar e avaliar seus resultados. Para isso, a agência estabelece as diretrizes e orientações que regulamentam a elaboração de projetos de P&D por meio do Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Desde a aprovação da lei que estabelece o programa, vigoraram quatro manuais: o primeiro, referente aos investimentos do ciclo 1999/2000; o segundo, aprovado por meio da Resolução Normativa nº 502, de 26 de novembro de 2001; o terceiro, aprovado por meio da Resolução Normativa nº 219, de 11 de abril de 2006 e o quarto e atual manual, aprovado pela Resolução Normativa nº 316, de 13 de maio de 2008.

No intuito de cumprir a obrigação de investimentos em P&D, as empresas necessitavam enviar à ANEEL seus projetos, contendo, principalmente, informações sobre os resultados esperados, sua aplicabilidade, custos previstos para execução, expectativa de retorno financeiro, pertinência do estudo para o setor elétrico e o grau de inovação ou avanço tecnológico pretendido. Após a execução do projeto, a ANEEL é responsável por uma avaliação criteriosa dos resultados alcançados e dos gastos incorridos, para fins de aprovação do projeto e reconhecimento dos investimentos realizados. Os gastos não reconhecidos num dado projeto aprovado deverão ser estornados à conta de P&D. O mesmo procedimento se aplica para os gastos incorridos em projetos reprovados (ANEEL, 2008).

O manual de P&D da ANEEL também define os procedimentos para a apresentação dos projetos; as despesas permitidas em sua execução; a forma de submissão desses projetos à agência e sua aprovação; o acompanhamento da execução e fiscalização; a contabilização dos gastos; as áreas de investimentos permitidas e aspectos referentes à propriedade intelectual dos resultados alcançados.

É importante ressaltar que o manual de 2008 representa uma mudança substancial no modelo regulatório praticado pela ANEEL. A principal mudança é o processo de aprovação dos projetos, que deixa de ser *ex-ante* e passa a ser *ex-post*, dando assim maior ênfase aos resultados em detrimento dos processos. O fluxo de submissão de projetos também se tornou contínuo ao invés de anual. Além disso, novas categorias de resultado das pesquisas foram incorporadas pelo programa que até então contava apenas com as categorias: pesquisa básica dirigida, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. A inclusão das categorias de cabeça-de-série, lote pioneiro e inserção no mercado teve o objetivo de aproximar os resultados dos projetos de P&D de acordo com as suas possibilidades de inovação. Assim, os projetos também passam a ser analisados sob a ótica de possibilidades de ganhos através de sua inserção no mercado.

A partir da nova regulamentação, o reconhecimento do investimento passa a ocorrer somente após a avaliação dos resultados dos projetos e da comprovação dos gastos realizados. A principal motivação para a mudança é a otimização dos investimentos tornando mais ágil o início da execução dos projetos. Até então, devido à necessidade de aprovação prévia por parte da ANEEL, o início era marcado por atrasos resultantes do processo de avaliação por parte da

agência. O Quadro 10 apresenta o número de projetos e recursos alocados no período entre 1998-2012 pelo programa de P&D da ANEEL.

Quadro 10. Número de projetos e recursos alocados 1998-2012 pelo programa de P&D da ANEEL.

Projetos Plurianuais com início até o ciclo 2006/2007 (Res. nº 219/2006 e anteriores)				Projetos de P&D de temas prioritários regidos pela Res. Normativa nº 316/2008		
Ciclo	Número de Empresas	Projetos ^a	Recursos (R\$) ^b	Ano de submissão à Aneel	Qtde de Projetos	Custo Estimado do projeto (R\$)
1998/1999	13	63	12.899.198,00			
1999/2000	43	164	29.744.579,18			
2000/2001	67	439	113.304.660,35			
2001/2002	72	535	156.226.300,86			
2002/2003	101	672	198.801.240,00			
2003/2004	81	602	186.974.737,70			
2004/2005	96	600	191.681.208,67			
2005/2006	143	917	352.224.605,86			
2006/2007 c	91	647	336.754.621,17			
2007/2008	42	-	81.051.134,95	2008	34	44.265.966,36
2008/2009	12	-	9.078.386,89	2009	292	430.143.365,00
2009/2010	1	-	29.940,00	2010	571	886.319.685,63
				2011	462	839.441.722,95
				2012	128	284.555.438,61
TOTAL	762	4.639	1.668.770.613,63	TOTAL	897	1.360.729.036,99

^a Somente projetos novos

^b Total do investimento no ciclo, o que inclui as continuidades de projetos iniciados em ciclos anteriores

^c Dados parciais (programas ainda em avaliação)

Os projetos desenvolvidos sob a égide da Resolução Normativa nº 316, de maio de 2008 somente serão reconhecidos após a sua conclusão, quando serão avaliados pela Aneel.

Fonte: ANEEL, 2012.

Em 2012 no intuito de discutir, sob o ponto de vista dos gestores de P&D, a evolução dos programas mantidos pelos agentes do setor elétrico foi realizado o Fórum de Gestores de P&D, evento complementar ao Encontro de P&D dos Agentes do Setor Elétrico (EPASE) realizado na cidade de Curitiba-PR. O fórum contou com a participação de representantes da ANEEL, 270 gestores de P&D e com dirigentes das principais associações representativas do setor⁴⁸. Ao longo do encontro, no intuito de discutir mudanças para o novo manual de P&D da ANEEL que

⁴⁸ Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia (ABIAPE), Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia (ABRADEE), Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica (ABRAGE), Associação Brasileira de Geração Flexível, (ABRAGEF), Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas (ABRAGET), Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica (ABRATE), Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia (APINE).

está em processo de consulta pública, foi redigida a Carta de Curitiba, sua apresentação foi realizada na audiência pública nº003/2012 realizada pela ANEEL com o objetivo de propor sugestões para o programa de P&D.

A Carta de Curitiba afirma que as atividades de P&D devem ser desempenhadas tendo como cenário preservar a matriz energética de fontes renováveis, diversificar sua base atual, diminuir o impacto ambiental e aumentar a segurança energética, tendo sempre em vista as megatendências de ciência, tecnologia e inovação. Na oportunidade, além de outras contribuições à audiência pública nº 003/2012, houve consenso em recomendar que as seguintes sugestões sejam incorporadas ao novo manual de P&D:

- Nos casos em que houver reprovação de projeto pela ANEEL, os valores referentes aos equipamentos adquiridos pelas entidades executoras não sofram estorno dos gastos à conta contábil de P&D;
- Sejam reconhecidos nos projetos de P&D os recursos destinados à criação de infraestrutura para a realização destes projetos;
- Implementação da Comissão de Alto Nível, com a finalidade de auxiliar nas avaliações de projetos e definição de subtemas estratégicos ou prioritários para investimentos em P&D;
- Aprimoramento da avaliação final dos projetos de P&D;
- Simplificação no processo de prestação de contas;
- Ampliação dos recursos destinados à gestão de projetos de P&D;
- Alocação de recursos destinados à prospecção tecnológica fora da verba de gestão, a exemplo do que ocorre na auditoria de projetos;
- Destinação de recursos para capacitação profissional;
- Realização de apresentação presencial, nas dependências da ANEEL, para justificar investimento em projeto com nota igual ou inferior a três na avaliação final;
- Sujeição, às penalidades previstas na Resolução Normativa nº 63/2004, da empresa que acumular, até 31 de dezembro de cada ano, na conta contábil de P&D, montante superior ao investimento obrigatório dos 36 meses anteriores ao mês de apuração;
- Regulamentação dos recursos passíveis de aplicação no Programa Ciência sem Fronteiras;

- Instituir procedimentos simplificados para elaboração e gestão de programas e projetos de P&D a serem observados pelas empresas com obrigação de investimento anual inferior a R\$1.000.000,00;
- Desenvolver uma visão que possa ser traduzida em indicadores e metas que representem os resultados gerados pelo Programa de P&D do setor elétrico;
- Estabelecer regramento para que as empresas possam aplicar recursos na divulgação dos resultados dos projetos de P&D, pesquisas e demais ações em eventos previamente aprovados e apoiados pela ANEEL; e
- Ampliar para 7% os atuais 5% dos recursos do projeto voltados a gestão, com vistas a alavancar estas atividades e divulgação dos projetos de P&D (EPASE, 2012).

Os participantes também contribuíram com sugestões para novos temas de projetos de P&D estratégicos e se manifestaram dispostos a oferecê-los à ANEEL para consideração. Do ponto de vista dos participantes, os projetos estratégicos poderiam ser utilizados como instrumentos para estruturar o diálogo voltado ao aprimoramento da regulamentação setorial, bem como para apoio ao estabelecimento de políticas públicas. Também foi recomendado que a agência formalizasse o processo de elegibilidade destes temas com a participação dos agentes.

Dentre as sugestões propostas, observa-se a preocupação dos agentes do setor para que o programa de P&D da ANEEL incorpore na regulamentação à contabilização de gastos necessários a formalização das suas atividades de P&D. Dentre os aspectos específicos sugeridos estão às atividades de prospecção tecnológica, treinamento e capacitação de mão de obra, contabilização de infraestrutura necessária e ampliação dos recursos destinados à gestão da inovação.

Através desta iniciativa também fica evidente a tentativa por parte dos agentes de intensificar o diálogo com órgão regulador, assim como, uma maior abertura por parte da ANEEL em receber sugestões através de audiência pública. Resta saber se estas sugestões serão incorporadas. Esta aproximação é vista como positiva para o setor uma vez que poderia vir a possibilitar maior convergência entre os objetivos dos agentes e os objetivos institucionais trazendo maior segurança e estabilidade para os investimentos em P&D. A edição da quinta versão do manual de P&D da ANEEL esta prevista para o ano de 2013.

3.2.2. O fundo setorial CT-ENERG

A partir da Lei nº 9.991/00, regulamentada pelo Decreto nº 3.867, de 16 de julho de 2001, parte dos recursos para financiar atividades de P&D do setor elétrico e eficiência energética é utilizada pelas próprias concessionárias de energia elétrica, sob supervisão da ANEEL, sendo que a outra parcela é destinada ao fomento de ações que atendam expectativas mais abrangentes de P&D através do Fundo Setorial de Energia CT-Energ. Os recursos do CTenerg são canalizados para o FNDCT que fica sob a responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. As agências encarregadas de administrar esses recursos são a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

As ações do CTenerg compreendem as seguintes atividades:

- Projetos de pesquisa científica e tecnológica;
- Desenvolvimento tecnológico experimental;
- Desenvolvimento em tecnologia industrial básica;
- Implantação de infra-estrutura para atividades de pesquisa;
- Formação e capacitação de recursos humanos qualificados; e
- Difusão do conhecimento científico e tecnológico. (MCT, 2001)

Os mecanismos de fomento utilizados pelo CTenerg são: *(i)* Edital de demanda induzida: o órgão de fomento define um conjunto de metas e prioridades; estabelece o montante de recursos, as modalidades de despesas a serem apoiadas, assim como as categorias de atores que poderão concorrer a ele. *(ii)* Edital de demanda espontânea: consiste em uma modalidade de fomento mais próxima das agências de fomento, o apoio é realizado sem direcionamento claro para um tema ou objetivo específico. Abre-se espaço para que os pesquisadores realizem suas propostas, desde que enquadradas na categoria mais ampla da energia elétrica que caracteriza o fundo. *(iii)* Edital de encomendas, onde a agência encomenda por um determinado valor estipulado o desenvolvimento de um determinado produto, processo ou serviço. A encomenda deve ser feita pelas próprias regras do FNDCT e esta voltada as universidades ou centros de

pesquisa, mas não para empresas. Os clientes dessas encomendas podem ser o governo ou mesmo o setor produtivo (FURTADO, 2011).

Em suma as iniciativas financiadas pelo CT-ENERG deverão contribuir para melhorar o suprimento de energia elétrica do país, melhorar a eficiência do uso de energia, promover a qualidade e confiabilidade do sistema, diminuir os custos de energia para a sociedade e aumentar a competitividade da economia brasileira (MCT, 2001). Sendo assim os projetos financiados pelo fundo devem buscar soluções para os principais desafios identificados pelo setor:

- 1) Atender a crescente demanda de serviços de eletricidade do país, inclusive na zona rural e comunidades isoladas;
- 2) Diversificar a matriz de fornecimento de eletricidade;
- 3) Desenvolver tecnologias de energia com menor impacto ambiental e maior alcance social e que contribuam para o uso racional e eficiente da energia;
- 4) Garantir as características de interesse público em um ambiente de mercado competitivo dos serviços de eletricidade (como por exemplo, garantir qualidade e confiabilidade satisfatórias nos serviços de energia elétrica) (MCT, 2001).

O papel do CTenerg portanto é o de estabelecer uma agenda de P&D de interesse público que esteja em sintonia com as orientações do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e, ao mesmo tempo, engajar uma efetiva parceria com o setor privado para que, desse modo, seja possível incorporar inovações, formar e capacitar recursos humanos e comercializar os produtos gerados através das atividades financiadas. O Quadro 11. apresenta as chamadas públicas do fundo setorial no período 2001-2009.

Quadro 11. Chamadas públicas do CTenerg 2001-2009.

Chamadas Públicas do CTenerg	Temas
Edital MCT/FINEP - CT-ENERG - ENERGIA ELÉTRICA - 01/2009	Propostas para apoio a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica
Edital MCT/CNPq/CT-Energ nº 33/2006	Projetos demonstrativos, cursos e publicações em Combustão e Gaseificação
Edital MCT/CNPq/CT-Energ nº 028/2006	Projetos de pesquisa e inovação em geração, transmissão, distribuição e uso final de energia elétrica
Edital MCT/CNPq/CT-Energ nº 22/2006	Fixação de Recursos Humanos nas regiões N, NE e CO
Edital CT_Energ/MCT/CNPq nº 17/2005	Apoio a projetos de pesquisa básica, aplicada ou de desenvolvimento para o setor de Energia Elétrica
Edital CT-Energ/MCT/CNPq nº 029/2004 (1ª e 2ª Fase)	Projetos de Combustão e Gaseificação
Edital CT-Hidro/CT-Energ/MCT/CNPq nº 025/2004	Fixação de recursos humanos para a região Norte
Edital CT-Energ/MCT/CNPq nº 018/2004	Materiais avançados, nanotecnologias, plasma, supercondutividade e fusão nuclear
Edital CT-Energ/MME/CNPq nº 03/2003	Projetos demonstrativos inovadores de sistemas de geração isolada
Edital CT-Energ/CNPq/PROSET nº 02/2003	Fixação de Recursos Humanos nas regiões N, NE e CO
Edital CT-Energ/CNPq nº 01/2003	Pesquisa Básica, Aplicada ou Desenvolvimento para o Setor Elétrico
Edital CT-Energ - INOVAÇÃO: FINEP nº 01/2002	Criação de Novas Empresas
Edital CT-Energ/CNPq nº 01/2001	Soluções da crise energética

Fonte: Adaptado de Furtado, 2011.

Esta seção teve o objetivo de apresentar os principais mecanismos institucionais de fomento a P&D no SEB. Assim, destaca-se que os recursos gerados pela aplicação da Lei nº 9.991/00 deverão ser usados em duas categorias de investimentos em P&D:

- 1) Investimentos em P&D concebidos e implementados pelas concessionárias de eletricidade sob supervisão da ANEEL;
- 2) Investimentos em P&D através do Fundo Setorial CT-ENERG.

Ambos os mecanismos possuem uma semelhança importante, fomentam uma maior interação entre os diferentes atores relacionados às atividades de P&D do setor elétrico. Esta característica é relevante uma vez que a capacidade da concessionária de coordenar os esforços de inovação com diferentes parceiros de forma estratégica reflete na quantidade de recursos disponíveis para elaborar suas estratégias de P&D.

Na seção seguinte serão analisados os impactos dos mecanismos de fomento apresentados sobre a dinâmica da inovação no SEB.

3.3. IMPACTOS DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL E DAS AÇÕES DO FUNDO SETORIAL CT-ENERG SOBRE A DINÂMICA INOVATIVA DO SEB

Com vistas a analisar as características da rede de pesquisa formada, avaliar a efetividade da regulação das atividades de P&D no SEB e propor melhorias, diversos trabalhos de cunho acadêmico e institucional foram realizados. Neste tópico, serão discutidos trabalhos que tiveram este intuito, tais como: Fernandino (2007), Furtado (2011), Pompermayer (2011) e IPEA (2012). O objetivo da seção é apresentar características da rede de pesquisa fomentada tanto pelo programa de P&D da ANEEL como pelas ações do CTEneg e discutir seus impactos sobre a dinâmica inovativa do setor elétrico nacional.

3.3.1. A formalização das atividades de P,D & I nas concessionárias de energia atuantes no SEB.

No cenário empresarial o domínio tecnológico é um fator chave para a competitividade das empresas. Neste contexto, a gestão estratégica da P,D & I adquire um papel importante uma vez que se configura como ferramenta para se atingir objetivos empresariais e garantir a competitividade. Lacerda *et al.* (2001) argumenta que as empresas devem implementar uma estratégia que contemple a tecnologia e que esta deve estar articulada com a estratégia global da empresa a fim de compatibilizar e otimizar esforços. A gestão da P,D & I torna-se um aspecto importante pois consiste na mobilização, coordenação e integração de recursos e de atores internos e externos à empresa no intuito de se alcançarem objetivos estratégicos.

Sendo assim, este tópico tem o objetivo de discutir como tem se dado a gestão das atividades de P,D&I nas concessionárias de energia atuantes no mercado brasileiro. Vale ressaltar que dentre os objetivos do programa de P&D da ANEEL destaca-se a criação de uma cultura de inovação nos agentes do SEB com vistas a fazer frente aos desafios tecnológicos do setor. Neste sentido, atribui-se o termo formalização das atividades de P,D & I para designar a criação de departamentos e rotinas específicas para o gerenciamento destas atividades, de forma articulada com os objetivos estratégicos das concessionárias de energia. Para discutir a formalização das atividades de P,D & I no SEB nos basearemos no trabalho realizado por Fernandino (2007) que realizou estudos de caso em quatro concessionárias atuantes no setor.

O trabalho desenvolvido por Fernandino (2007) consiste em avaliar os desafios apresentados pelo novo marco regulatório do setor elétrico numa perspectiva organizacional, isto é, como as concessionárias do setor de energia estão (re)configurando suas arquiteturas organizacionais para desenvolver novas estratégias, novas atividades, novos processos e envolver novos atores nessa complexa dinâmica.

Este estudo realizado em quatro concessionárias (CPFL, Eletropaulo, Cemig e Eletronorte) com base no modelo estrela de Galbratih (1995) busca analisar cinco categorias que influenciam a escolha da arquitetura de uma organização, são estas: Estratégia, Estrutura, Processos, Pessoas e Recompensa. Este trabalho identifica dois modelos de arquitetura organizacional. O primeiro com a existência de áreas formais para o gerenciamento do programa, embora as estratégias para investimentos em P&D não se encontrem bem definidas (Cemig e Eletronorte). O segundo

apresenta-se mais estruturado, em termos do planejamento de P&D, e é gerenciada por meio de estrutura organizacional informal e enxuta (CPFL e Eletropaulo) (FERNANDINO, 2007).

No estudo foram identificadas dois tipos de estratégias para a condução dos projetos de P&D. Num primeiro grupo, estão as empresas cujas políticas para captação e seleção de projetos se inserem no contexto das macroestratégias, ou das estratégias empresariais desenvolvidas para a empresa como um todo (CEMIG e Eletronorte). Num segundo grupo, composto pela CPFL e Eletropaulo, identifica-se a existência de planejamentos específicos de P&D elaborados com base no estabelecimento de linhas claras de pesquisa (FERNANDINO, 2007).

No que tange a dimensão Estrutura, é possível identificar, nas empresas pesquisadas, duas formas de estruturação para gestão dos programas de P&D. Um primeiro grupo formado com as empresas CPFL e Eletropaulo, ambas privadas, que adotaram estratégias associadas à redução de custos internos, buscando estruturas mais informais caracterizadas pela utilização menos intensiva de mão de obra própria para o gerenciamento de seus programas de P&D. Neste grupo, foram criadas estruturas informais de coordenação, subordinadas a um órgão de terceiro escalão na hierarquia organizacional, porém com autonomia sobre todos os demais níveis hierárquicos, incluindo os superiores, no que se refere às questões de P&D. No segundo grupo, composto por CEMIG e Eletronorte, ambas públicas, criaram-se estruturas mais formais, tanto no primeiro como no segundo escalão da hierarquia organizacional (FERNANDINO, 2007).

O autor destaca que a falta de estrutura adequada para dar sustentação ao programa de P&D da ANEEL fez com que as empresas que adotaram essa política buscassem soluções diversificadas. A CPFL criou a seu redor uma rede de parceiros, composta por núcleos operacionais que englobam empresas de tecnologia, universidades, centros de pesquisas, fabricantes e outros, em que ela deposita a carga de trabalho operacional. Na Eletropaulo, que dispõe de um quadro de empregados ainda mais reduzido para a gestão de P&D, a distribuição do trabalho de gestão destas atividades foi realizada por toda a empresa, utilizando-se da *expertise* dos gerentes de projetos.

Em relação aos processos, não se percebem diferenças substanciais entre os macroprocessos desenvolvidos pelas empresas do setor elétrico pesquisadas. Os processos estão relacionados ao levantamento de necessidades, captação de propostas, avaliação, seleção e priorização de projetos, aprovação na ANEEL, acompanhamento da execução e avaliação dos

resultados. A questão mais relevante estaria relacionada ao nível de informatização utilizado pelas concessionárias para dar suporte às equipes de P&D independentemente do processo utilizado. Embora nenhuma das empresas pesquisadas tenha desenvolvido e implementado sistemas integrados de gestão capazes de acompanhar todas as etapas relacionadas ao desenvolvimento e implementação dos projetos, todas as empresas pesquisadas admitiram sua importância (FERNANDINO, 2007).

Por fim, este autor destaca que se observaram, em todas as empresas pesquisadas, dificuldades e problemas relacionados à internalização e à replicação dos produtos e processos resultantes dos projetos de P&D. Esta constatação pode caracterizar um descompasso entre as pesquisas realizadas e as reais necessidades da empresa ou, ainda, uma falha no processo de previsão de tempo e de recursos que viabilizem a transferência entre os demais empregados da empresa, do conhecimento adquirido (FERNANDINO, 2007).

Em síntese, o trabalho desenvolvido Fernandino (2007) conclui que as empresas do setor elétrico ainda estão em fase de estudos, implementação e avaliação das arquiteturas organizacionais mais adequadas ao desenvolvimento de suas atividades de P&D em consonância com a regulação institucional. Vale destacar que as mudanças realizadas na regulamentação do programa da ANEEL, como a extinção dos ciclos anuais de investimento, a ênfase na avaliação de resultados e a inclusão das etapas finais da cadeia da inovação (lote pioneiro, cabeça de série e inserção no mercado) representam uma maior compreensão por parte da agência do processo inovativo uma vez que passam a contemplar também o resultado dos projetos de acordo com a sua proximidade com possibilidades de inserção no mercado.

Uma maior preocupação por parte das concessionárias de energia com as possíveis contribuições da P&D para alcançar seus objetivos estratégicos, também pode ser evidenciada através da análise por tema dos projetos. Segundo Pompermayer (2011), entre os anos 2000 e 2009, a pesquisa estratégica foi o principal tema dos projetos de P&D representando aproximadamente 25% dos projetos no período, alocando aproximadamente R\$360 milhões em investimentos (Tabela 4). Com as mudanças de 2008 e o esforço da ANEEL em priorizar temas estratégicos, apareceram indícios de reformulação da arquitetura organizacional das empresas do setor para melhor organizar suas ações de P&D e inovação.

Tabela 4. Distribuição dos projetos por tema de pesquisa 2000-2009.

Tema	Valor total (R\$ mi- lhões)	%	Número de projetos	%	Valor médio (R\$ mil)	Duração mé- dia (meses)
Desenvolvimento de tecnologia para combate a fraude e furto de energia elétrica	3,2	0,2	4	0,2	810	23,5
Distribuição de energia elétrica	207,0	14,6	368	15,1	562	21,4
Eficiência energética	67,8	4,8	127	5,2	534	21,9
Fonte renovável ou alternativa	72,9	5,1	106	4,4	688	21,0
Geração de energia elétrica	107,8	7,6	168	6,9	642	22,3
Medição	52,0	3,7	113	4,6	460	20,1
Meio ambiente	164,2	11,5	234	9,6	702	26,1
Pesquisa estratégica	361,1	25,4	618	25,4	584	22,2
Qualidade e confiabilidade	76,1	5,4	131	5,4	581	22,1
Supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos	182,8	12,9	351	14,4	521	21,2
Transmissão de dados por redes elétricas	14,6	1,0	22	0,9	663	18,2
Transmissão de energia elétrica	112,8	7,9	189	7,8	597	21,3
Total	1.422,3	100,0	2.431	100,0	—	—

Fonte: Pompermayer (2011).

3.3.2. O impacto nos Institutos de Pesquisa e nas Universidades

No Brasil a maior parte das pesquisas das concessionárias de energia se dá através da contratação de projetos junto a universidades, institutos de pesquisa públicos e privados e empresas. Neste tipo de arranjo institucional, universidades e centros de pesquisa executam as atividades de P&D.

A análise conduzida por Pompermayer (2011) buscou avaliar a capacidade do programa de P&D da ANEEL de constituir uma rede de pesquisa integrada e alavancar a pesquisa energética no país. Esta análise demonstrou que entre os anos 2000 e 2009 o principal parceiro nos projetos tem sido os institutos de pesquisa e as universidades (Tabela 5.). Segundo o autor, o fato de os agentes desenvolverem uma relação mais robusta com universidades e centros de pesquisa leva a duas hipóteses: por um lado à possibilidade de emergência de uma cultura de inovação baseada num arranjo cooperativo, por outro, a hipótese de que as concessionárias, por não possuírem uma estratégia definida de P&D, optam por terceirizar esta atividade para universidades e centros de pesquisa.

Tabela 5. Distribuição dos projetos de P&D segundo o número e o tipo de entidade participante 2000-2009.

Segundo número de participantes	Número de projetos	Valor total (R\$ mil)	Valor médio (R\$ mil)	Duração média (meses)
Apenas uma instituição participante (o agente)	19	4.709,9	247,9	17,05
Duas ou três entidades (incluindo o agente)	1.926	1.061.158,7	551,0	21,94
Entre três e cinco entidades (incluindo o agente)	353	249.963,8	708,1	22,73
Mais de cinco entidades (incluindo o agente)	133	106.489,2	800,7	22,63
Total	2.431	1.422.321,6	585,1	–

Segundo categoria da entidade participante	Número de projetos	Valor total (R\$ mil)	Valor médio (R\$ mil)	Duração média (meses)
Apenas o agente	26	6.444,2	247,9	19,65
Agente e ICTs	1.781	1.008.664,6	566,3	22,25
Agente e empresas	156	104.795,4	671,8	21,09
Agente + ICTs + empresas	468	302.417,3	646,2	21,71
Total	2.431	1.422.321,6	585,1	–

Fonte: Pompermayer, (2011).

Dentre os fatos que reforçam a segunda hipótese destaca-se o elevado número de instituições classificadas como executoras dos projetos, assim como a baixa participação da indústria de máquinas e equipamentos elétricos⁴⁹ (Tabela 6) (Pompermayer, 2011).

Tabela 6. Classificação das instituições nos projetos de que participam 2000-2009.

Classificação ¹	Número de projetos
Executora	2.795
Consultora	450
Financiadora	14
Cooperada	5
Fabricante de material/equipamento elétrico	2

Fonte: Pompermayer, (2011).

Nota: Existe dupla contagem nessa classificação, visto que uma mesma instituição pode participar de mais de um projeto.

⁴⁹ O papel da indústria de máquinas e equipamentos elétricos será analisado no item 3.3.

Outro ponto importante ressaltado por Pompermayer (2011) diz respeito à concentração de recursos em um número reduzido de instituições. Entre o período de 2000 a 2009 foram mobilizados no escopo do programa de P&D da ANEEL R\$ 1,42 bilhões dos quais R\$ 679,7 milhões (47,7%) concentraram-se em apenas dez instituições, sendo que a instituição que mais concentrou recursos, o Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento-PR (LACTEC) (R\$ 160,0 milhões), responde com 11,3% do valor total (Tabela 7.). Segundo Pompermayer (2011), a expressiva concentração de recursos sugere que ações de divulgação do programa poderiam contribuir para aumentar a competição pelos recursos e melhorar a qualidade dos projetos.

Tabela 7. Ranking das dez principais instituições executoras considerando o total de projetos envolvidos 2000-2009.

Nome	Consultora	Executora	Financiadora	Total de projetos	Valor total dos projetos
Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento	6	224		230	160.027.674
Universidade Federal de Minas Gerais	19	95		114	85.101.951
Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo	3	112	1	116	73.163.645
Universidade de São Paulo	21	74		95	66.810.757
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento em Telecomunicações	5	64		69	57.444.058
Fundação COPPETEC	5	62		67	55.876.646
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica	4	51		55	53.430.024
Universidade Estadual de Campinas	11	53		64	46.916.366
Universidade Federal de Santa Catarina	19	71		90	40.684.551
Universidade Federal de Pernambuco	9	65		74	40.251.047

Fonte: Pompermayer, 2011.

A análise qualitativa conduzida pelo IPEA (2012) com base em entrevistas realizadas com institutos de pesquisa no escopo do programa de P&D da ANEEL conclui que o programa foi capaz de incentivar a interação das concessionárias com as instituições de pesquisa. Porém, destaca que se evidenciou um modelo aberto de gestão da P&D. A utilização das ICTs ocorre de forma terceirizada, atuando como laboratórios de P&D dos agentes concessionários. Os agentes concessionários apenas levantariam os problemas a serem resolvidos e acompanhariam os resultados dos projetos executados pelos parceiros do projeto.

Em relação à atuação do fundo setorial CTEneg, Furtado (2011) analisa a distribuição dos editais do fundo no período entre 2001 e 2008 por instituição de pesquisa coordenadora e executora dos projetos. O primeiro ponto destacado pelo autor diz respeito ao número de

universidades de pesquisa de primeira linha, em sua maioria instituições públicas, responsáveis por um grande volume de projetos.

A primeira universidade a se destacar é a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) devido à sua proximidade do CEPEL e da sede da Eletrobrás, a segunda é a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) dada à magnitude da indústria de material elétrico e eletrodomésticos do Estado de Santa Catarina. Em seguida, uma série de institutos públicos como: o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), seguido de outros como Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CTDN) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). O CEPEL aparece com pouco destaque quando o critério é o número de projetos (FURTADO, 2011).

Ao se analisar a distribuição dos recursos financeiros do fundo por instituição, o quadro altera-se: percebe-se forte concentração em instituições que não se destacaram na classificação anterior, sendo a instituição mais beneficiada o Centro Tecnológico da Marinha de Aramar diretamente envolvido com o desenvolvimento da tecnologia de enriquecimento de urânio. Suas atividades de pesquisa estão relacionadas com o programa nuclear brasileiro, que tem um braço militar e outro de uso civil. O CEPEL aparece na segunda posição principalmente devido a sua função de atender às necessidades tecnológicas do grupo ELETROBRÁS e do setor elétrico brasileiro (Gráfico 8.) (FURTADO, 2011).

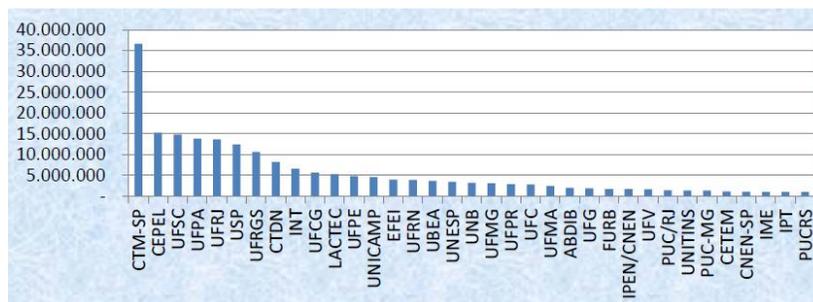


Gráfico 8. Recursos acima de R\$1 milhão alocados pelo CTEnnerg por Instituição (2001 - 2008).
Fonte: Furtado, 2011.

Em suma, vale ressaltar que as atividades relacionadas à P&D envolvendo institutos de pesquisa e universidades no SEB começam a se beneficiar cada vez mais de uma aproximação com as concessionárias. No que tange a formação de grupos de pesquisa esta evolução é

evidenciada no trabalho de Da Costa (2012) (Tabela 8). Anteriormente, havia uma concentração dessas atividades no CEPEL. A aproximação das universidades e institutos de pesquisa com as concessionárias é de uma maneira geral algo mais recente, mas vem se verificando de maneira crescente.

Tabela 8. Evolução dos grupos de pesquisa no setor elétrico, por tipo de organização.

Tipo de organização	Número de grupos	%
Organização privada de ensino superior	31	100%
Antes de 1997	3	9.7
De 1998 a 2003	11	35.5
Pós 2004	17	54.8
Organização privada de pesquisa (sem fins lucrativos)	8	100%
Antes de 1997	1	12.5
De 1998 a 2003	0	0
Pós 2004	7	87.5
Organização pública - nível federal	5	100%
Antes de 1997	1	20
De 1998 a 2003	0	0
Pós 2004	4	80
Organização pública de ensino profissionalizante - nível federal	1	100%
Em 2010		
Organização pública de ensino superior - nível estadual	52	100%
Antes de 1997	16	30.8
De 1998 a 2003	15	28.8
Pós 2004	21	40.4
Organização pública de ensino superior - nível federal	198	100%
Antes de 1997	38	19.2
De 1998 a 2003	48	24.2
Pós 2004	112	56.6
Organização pública de ensino superior - nível municipal	2	100%
De 1997 a 2003	1	50
Pós 2004	1	50
Organização pública de pesquisa – nível estadual	1	100%
Em 2006	1	100
Organização pública de pesquisa - nível federal	13	100%
Antes de 1997	6	46.1
De 1998 a 2003	2	15.4
Pós 2004	5	38.5

Fonte: Da Costa, 2012.⁵⁰

⁵⁰ Este levantamento foi realizado no âmbito de projeto de pesquisa ainda não publicado.

3.3.3. A indústria de máquinas e equipamentos elétricos.

Conforme discutido no capítulo 1 o avanço tecnológico no setor elétrico é baseado na capacidade inovativa da indústria de materiais e equipamentos elétricos. Assim, seguindo a taxonomia de Pavitt (1984) o setor elétrico especificamente o segmento voltado a geração, transmissão e distribuição (GTD) é caracterizado como dependente de seus fornecedores (*Supplier Dominated*). A relação entre os dois atores concessionárias de energia e fornecedores de equipamentos elétricos é próxima e constante principalmente devido aos processos produtivos de ciclo longo com extensos períodos de fabricação e de instalação dos equipamentos nos empreendimentos.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2009), os laboratórios de P&D de hidráulica e elétrica dos grandes fabricantes de equipamentos que atuam no mercado brasileiro encontram-se na Europa e nos EUA, apesar de grande parte dos novos desenhos serem realizados no Brasil. O segmento GTD é em geral constituído por duas classes principais de equipamentos: 1- fios, cabos e condutores elétricos isolados e 2- equipamento de grande porte, desenvolvidos sob encomenda para atender requisitos específicos de cada projeto: turbinas, geradores, transformadores de potência, disjuntores, subestações, quadros de comando, reguladores de voltagem e equipamentos para distribuição de energia elétrica.

O porte das empresas fornecedoras de equipamentos para o segmento GTD é, como na maioria dos setores, caracterizada pela predominância de pequenas empresas⁵¹ (44%), empresas de médio porte (35%)⁵² e grandes⁵³ (21%) (ABINEE, 2009). A composição da nacionalidade das empresas fornecedoras apresenta-se conforme o Gráfico 9 abaixo. A participação da indústria nacional de máquinas e equipamentos elétricos é de 62,2%, empresas norte americanas (16,5%), alemã (4,6%) e Japonesa 3,9%. É importante observar que as empresas americanas, alemãs e japonesas são em sua maioria de grande porte e são responsáveis por grande parte dos investimentos em P&D no setor em âmbito global.

⁵¹ Empresas com até 99 funcionários.

⁵² Empresas que possuem entre 100 e 499 funcionários.

⁵³ Empresas com mais de 500 funcionários.

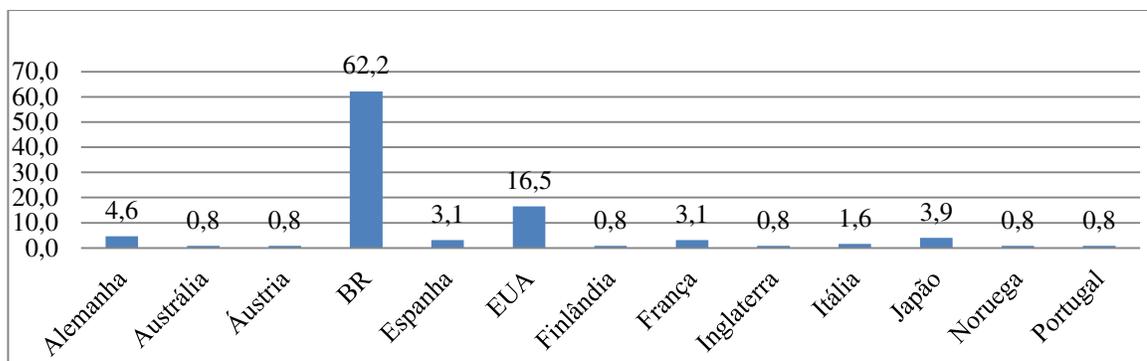


Gráfico 9. Empresas fornecedoras de equipamentos elétricos GTD por país de origem de capital. Fonte: Elaboração própria, dados extraídos da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) referente ao período de 2006-2008 permite importantes análises a respeito do comportamento inovativo da indústria de máquinas e equipamentos elétricos, como por exemplo: o principal responsável pelo desenvolvimento de novos produtos no Brasil é a própria empresa (91%), enquanto que o desenvolvimento de novos processos em sua maioria é conduzido por outras empresas ou institutos (69%). Em relação ao grau de novidade das inovações, das 692 empresas que apresentaram inovações de produto, 543 (78%) se focaram em inovações novas para a empresa, mas já existente no mercado nacional. Destas, 297 aprimoraram produtos existentes e apenas 246 em produtos inteiramente novos para a empresa.

Dinâmica semelhante se encontra na análise das inovações de processo, 757 empresas das quais 717 (94%) focadas em inovações novas para a empresa, mas já existente no mercado nacional sendo o foco das inovações o aprimoramento de processos já existentes (428 empresas, 59,7%) e completamente novos para a empresa 289 (40,3%) (IBGE, 2008).

Em relação ao nível de cooperação das empresas fornecedoras de máquinas, aparelhos e materiais elétricos, das 962 empresas inovadoras, 100 (10,3%) estabeleceram relações de cooperação com outras organizações. Chama a atenção o grau de relevância da parceria atribuído a universidades e centros de pesquisa, com 67% da amostra classificando o grau de importância da parceria com estas instituições como baixa e irrelevante. No que tange a parceria com clientes e consumidores, grupo que inclui as concessionárias de energia, 50% das empresas classificam a parceria como baixa e não relevante. Por outro lado, 69% das empresas atribuem um grau de importância alto na parceria com fornecedores (Gráfico 10.).

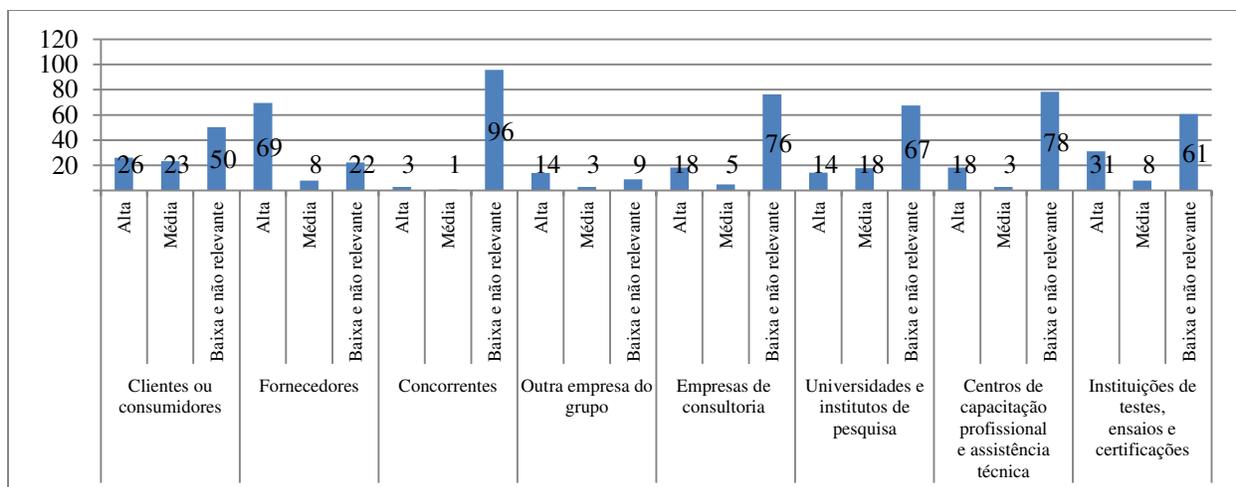


Gráfico 10. Empresas que implementaram inovações, com relações de cooperação com outras organizações, percentual por grau de importância da parceria na fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos - Brasil - período 2006-2008.

Fonte: Adaptado IBGE, 2008 - Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC.

Em relação ao financiamento da capacidade produtiva deste segmento, do total de 962 empresas que inovaram, 281 receberam apoio do governo (29%), com destaque para a parcela voltada ao financiamento à compra de máquinas e equipamentos 47% (133 empresas), sendo esta a principal forma de inovar utilizada pelas empresas que receberam apoio de programas do governo voltados a inovação (IBGE, 2008). Através da análise dos dados da PINTEC (2008) podemos concluir que a capacidade inovativa da indústria de máquinas e equipamentos elétricos brasileira é baixa. Na indústria atuante no mercado nacional as principais inovações introduzidas se dão no nível da empresa e não no mercado nacional ou internacional. Além disso, não há interesse pelo desenvolvimento de inovações em parceria com os demais atores do sistema setorial. Mesmo as empresas que se utilizaram de algum tipo de apoio do governo para financiar sua capacidade produtiva uma parcela relevante privilegia a compra de máquinas e equipamentos e não o desenvolvimento de soluções tecnológicas localmente.

O trabalho conduzido por Pompermayer (2011) destaca que entre 2000-2009 mais de 180 concessionárias de energia, 288 empresas e 335 instituições de pesquisa foram envolvidas no programa. Os resultados convergem para o que já havia sido evidenciado na pesquisa de inovação

tecnológica conduzida pelo IBGE. Segundo o autor, chama a atenção a baixa participação das empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos elétricos. Das 288 empresas que participaram do programa apenas 27 eram tipicamente relacionadas ao setor elétrico⁵⁴. Ainda segundo este autor, no período analisado, o programa de P&D da ANEEL foi incapaz de formar uma rede de pesquisa com empresas tipicamente relacionadas ao setor elétrico. Esta constatação demonstra que as empresas de máquinas e equipamentos elétricos atuantes no mercado nacional não identificam como prioridade o investimento em P&D em parceria com as concessionárias de energia, o que é coerente com os dados da PINTEC do IBGE.

Segundo IPEA (2012) que realizou uma série de entrevistas com diferentes agentes do setor visando analisar os impactos qualitativos do programa de P&D da ANEEL dentre as principais dificuldades mencionadas pelas empresas parceiras destacam-se: a escassez de recursos humanos e as dificuldades burocráticas na relação entre agentes, universidades, e empresas (Tabela 9).

Tabela 9. Dificuldades mencionadas pelos entrevistados no que tange a relação agentes concessionários, institutos de pesquisa e empresas parceiras (Em %).

	Agentes que relataram	ICTs que relataram	Empresas que relataram
Escassez de recursos humanos	20	22	66
Falta de preparo institucional	20	33	33
P&D não visto como prioridade	33	33	–
Dificuldades burocráticas na relação agente - universidade - empresa	47	56	66
Problemas de legislação	33	22	–

Fonte: IPEA, 2012.

A análise conduzida pelo IPEA (2012) também destaca a baixa participação da indústria de máquinas e equipamentos elétricos. Segundo este trabalho, a maioria dos projetos executados

⁵⁴ O anexo V apresenta os setores da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) classificadas como tipicamente do setor elétrico.

pelas concessionárias de energia busca resolver, por meio de inovações incrementais, problemas práticos das empresas. Esta dinâmica requer o estabelecimento de projetos voltados à pesquisa aplicada, com objetivos específicos. Assim, no período entre 2000 e 2009 esta modalidade de pesquisa representou aproximadamente 66% dos projetos (POMPERMAYER, 2011). Os objetivos dos projetos estariam mais ligados às necessidades reais e as estratégias competitivas das concessionárias de energia e não ao desenvolvimento de novos produtos. Vale notar, que este perfil dos projetos de curto prazo e mais próximo das demandas de mercado converge com o que foi evidenciado em outros países podendo ser interpretado como reflexo da instauração do ambiente concorrencial no mercado de energia no qual as concessionárias estão inseridas.

Outro ponto importante apontado pelo relatório diz respeito à segmentação do setor em geração, transmissão e distribuição. Tal compartimentação inibiria que uma empresa atuante em um dos segmentos investisse em pesquisas voltadas aos demais segmentos. Dessa forma, a existência de projetos de curto prazo voltados para inovações incrementais estariam de acordo com as estratégias das concessionárias, que focariam os esforços de P&D para aperfeiçoar suas operações, sem a pretensão de buscar novos produtos e mercados, o que, por sua vez, inibiria uma relação mais intensa com a indústria de máquinas e equipamentos elétricos (IPEA, 2012).

Dentre as recomendações elaboradas no estudo destacam-se: (i) ações que promovam maior divulgação do programa, que possam vir a contribuir para aumentar a competição pelos recursos, o que tende a melhorar a qualidade e efetividade dos projetos, (ii) a ampliação dos benefícios do programa, visando aproximar os projetos da fronteira tecnológica do setor e promover maior envolvimento dos diferentes atores do SEB. O estudo também destaca que mudanças tecnológicas e regulatórias também podem alavancar a participação dos agentes e alterar o perfil dos projetos. Um exemplo seria a promoção de maior concorrência, com flexibilização tarifária no setor de distribuição que permitisse maior apropriação de ganhos de eficiência por parte dos agentes. Estas ações poderiam intensificar o interesse dos agentes em desenvolver tecnologias inovadoras capazes de oferecer maiores vantagens competitivas, como por exemplo, equipamentos necessários para a viabilização dos sistemas de redes inteligentes (IPEA, 2012).

Este tópico buscou analisar o papel da indústria de máquinas e equipamentos elétricos e seu relacionamento com as concessionárias de energia elétrica através do programa de P&D da ANEEL. Sendo assim, destaca-se que a intensidade deste relacionamento é baixa. A baixa intensidade deste relacionamento é preocupante uma vez que compromete uma importante fonte de inovações para o setor elétrico. Conforme discutido, tradicionalmente esta indústria é responsável pelas principais inovações voltadas ao setor.

Os trabalhos analisados também permitem concluir que a relação da indústria de máquinas e equipamentos elétricos com os centros de pesquisa e universidades também é de baixa intensidade. As principais inovações desenvolvidas por esta indústria no Brasil são realizadas internamente e não atribuem importância significativa às relações de parceria com outros atores. A análise realizada demonstra a falta de convergência dos objetivos institucionais com os objetivos estratégicos da indústria de máquinas e equipamentos elétricos. Neste sentido, ressalta-se o ponto de vista de Soares (1997) sobre a necessidade de uma maior interlocução entre os mecanismos de fomento a P&D no SEB com uma política industrial capaz de fomentar a capacitação tecnológica local desta indústria. Assim como, a constatação realizada pelo IPEA (2012) de que ações voltadas a maior divulgação dos benefícios do programa poderiam vir a estimular uma maior participação da indústria de máquinas e equipamentos elétricos no desenvolvimento de novos produtos.

3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE INOVAÇÃO SETORIAL ELÉTRICO BRASILEIRO

Este capítulo discutiu a dinâmica de inovação no setor elétrico brasileiro com foco na evolução das atividades de P&D influenciadas pelas mudanças empreendidas no ambiente institucional e na dinâmica concorrencial do setor. Embasado por esta discussão, e pelo referencial teórico referente aos sistemas setoriais de inovação, esta seção tem o objetivo de destacar as principais características do Sistema de Inovação Setorial Elétrico Brasileiro com destaque para os seguintes componentes do sistema: *(i)* os mecanismos de coordenação institucional e seus impactos sobre o sistema setorial, *(ii)* as interações entre os atores que compõem o sistema e *(iii)* os papéis e funções dos diferentes atores.

O sistema de inovação setorial elétrico brasileiro foi constituído sob o domínio de empresas estatais federais e estaduais e a liderança da Eletrobrás. Os fornecedores de equipamentos são predominantemente empresas estrangeiras. No intuito de reduzir a dependência tecnológica e fazer frente aos desafios tecnológicos impostos para a expansão do sistema elétrico nacional a ELETROBRÁS criou o CEPEL, cuja função era atender às necessidades tecnológicas do setor. Este centro teve papel central na construção de capacitações tecnológicas essenciais para o desenvolvimento do setor.

Antes de sua criação, não existia nenhuma atividade sistemática que coordenava e integrava a pesquisa para o setor elétrico nacional. A análise histórica da trajetória deste centro permite identificar a ausência de uma política científica e tecnológica voltada ao setor elétrico no período que são empreendidas reformas institucionais importantes. As reformas, voltadas à abertura do mercado de energia no Brasil e o incentivo à competição possibilitaram uma maior participação de agentes privados e demandaram uma reestruturação dos diferentes atores institucionais. Porém, as mudanças empreendidas também impactaram a dinâmica da inovação no setor tanto no direcionamento de recursos voltados a esforços tecnológicos colaborativos coordenados pelo CEPEL como também no perfil dos projetos executados pelas concessionárias. Estes vêm se aproximando das demandas de curto prazo do mercado e pulverizados principalmente entre diferentes institutos de pesquisa e universidades.

O que se percebe durante a década de 90 é um hiato nas políticas voltadas ao desenvolvimento tecnológico do setor que colocaram o CEPEL numa condição de fragilidade e limitação quanto a sua capacidade de atuação no sistema setorial. Neste sentido, fica evidente que a presença do Estado como coordenador dos esforços de P&D foi capaz de fomentar a organização da base tecnológica essencial para o funcionamento do setor elétrico, porém, foi insuficiente para reverter o quadro de pouca especialização necessária à fabricação e à comercialização das grandes e complexas instalações e equipamentos do sistema elétrico.

Sendo assim, a implantação de um novo modelo baseado na intensificação do ambiente concorrencial aumentou as preocupações relacionadas à manutenção da infra estrutura já consolidada voltada a P&D, como é o caso do CEPEL, e a capacitação tecnológica futura voltada para o setor. Esta nova conjuntura demandou o desenvolvimento de mecanismos capazes de estimular as atividades de P&D e assegurar a sua continuidade. No ano 2000, com vistas a

incentivar a busca por constantes inovações e fazer frente aos desafios tecnológicos, foi editada a lei nº 9.991. Esta lei, que instaura o programa de P&D da ANEEL e o repasse de recursos para o fundo setorial CTÉnerg, viria a concretizar mudanças na dinâmica das atividades de P&D através da obrigação das empresas concessionárias de realizarem investimentos compulsórios em P&D. Esses recursos foram divididos em partes iguais para o CTÉnerg e para os projetos de P&D da ANEEL. O objetivo destes mecanismos é incentivar inovações através do fomento a interação de diferentes classes de atores: concessionárias, centros de pesquisa, universidades e fornecedores de equipamentos elétricos.

Em relação aos mecanismos adotados para estimular as atividades de P&D percebem-se diferenças fundamentais, porém também existem semelhanças. Os recursos direcionados aos projetos de P&D da ANEEL deverão ser aplicados diretamente pelas empresas do setor elétrico de acordo com seus interesses e objetivos estratégicos. Já o papel do fundo setorial CTÉnerg é o de estabelecer uma agenda de P&D de interesse público através da coordenação de temas considerados estratégicos para o setor. O objetivo do fundo é engajar uma efetiva parceria com o setor privado para que, desse modo, seja possível incorporar inovações, formar e capacitar recursos humanos e comercializar os produtos gerados através das atividades financiadas. Os mecanismos são semelhantes na medida que ambos fomentam a interação entre diferentes atores relacionados as atividades de P&D no setor considerando o caráter sistêmico como essencial para o desenvolvimento de capacitações tecnológicas.

Dentre os impactos relacionados às novas obrigações regulatórias das atividades de P&D sobre as concessionárias de energia se percebe a criação de departamentos e rotinas específicas para o gerenciamento das atividades de P&D. Estas transformações organizacionais estariam relacionadas a obrigatoriedade dos investimentos e a necessidade de possibilitar uma maior articulação entre os projetos e os objetivos estratégicos das concessionárias. Foram identificados dois modelos de arquitetura organizacional que exemplificam essa adaptação ao novo contexto regulatório estabelecido. O primeiro com a existência de áreas formais para o gerenciamento do programa, embora as estratégias para investimentos em P&D não se encontrem bem definidas. Neste modelo as empresas se utilizam do planejamento estratégico institucional para nortear os processos de captação e seleção de projetos.

O segundo modelo é mais estruturado em termos do planejamento de P&D sendo gerenciado por meio de estrutura organizacional informal e enxuta. Neste grupo, identifica-se a existência de planejamentos específicos de P&D elaborados com base no estabelecimento de linhas claras de pesquisa. Esta arquitetura permitiria incentivar maior interação com o ambiente externo, priorizando a formação de parcerias e possibilitando que outros *stakeholders* auxiliem na elaboração das prioridades estratégicas. O horizonte é de longo prazo, e o desenvolvimento de projetos privilegia o desenvolvimento incremental tendo como característica a flexibilidade na definição de prioridades, o que possibilita a incorporação de novas temáticas de pesquisa quando necessário.

Foram observados dificuldades e problemas relacionados à internalização e à replicação dos produtos e processos resultantes dos projetos de P&D. Assim, fortalece-se a possibilidade de que parte dos projetos estão sendo realizados principalmente devido ao caráter de obrigatoriedade do programa, podendo ter uma baixa articulação real com as demandas estratégicas das concessionárias.

A interação entre os diferentes atores que compõem o sistema é um ponto importante. Observa-se que as atividades de P&D envolvendo institutos de pesquisa e universidades começam a se beneficiar cada vez mais de uma aproximação com as concessionárias (FURTADO, 2011; POMPERMAYER, 2011). Neste sentido, o programa foi capaz de incentivar a interação das concessionárias com as instituições de pesquisa e universidades. Esta interação vem ocorrendo através de um modelo aberto de gestão da P&D pautado pela lógica do menor custo para a concessionária.

Entretanto, a utilização de centros de pesquisa e universidades ocorre de forma terceirizada, atuando como laboratórios de P&D externos. Assim, as concessionárias apenas identificam os problemas a serem resolvidos e acompanham os resultados dos projetos executados pelos parceiros. Porém, os resultados alcançados até o momento têm se dado muito mais no campo acadêmico do que de fato na implementação de novos produtos e serviços advindos da interação entre centros de pesquisa, universidades e concessionárias.

Para se ter um ideia, entre 1980 e 1997, foram depositados 82 pedidos de patentes, contra 103 solicitações no período de 1998 a 2006 (ANEEL, 2009). Apesar do aumento, este número é considerado baixo visto o montante de recursos movimentados pelos mecanismos de fomento

durante o último período. Por outro lado, a capacitação profissional realizada no âmbito desses projetos é relevante. Dos quase 7.000 profissionais envolvidos, no mesmo período de 1998 a 2006, 2.134 formaram-se mestres, 946 tornaram-se doutores e 771 obtiveram título de especialista.

A interação entre a indústria de máquinas e equipamentos elétricos e os demais atores do sistema é também um ponto importante. A relação dos demais atores com esta indústria sem dúvida esta relacionada com a capacidade do sistema de inovação setorial estabelecer um ciclo virtuoso capaz de gerar produtos inovadores, coisa que não ocorre no Brasil. Conforme discutido anteriormente, o setor elétrico é considerado como dominado pelos fornecedores (*Supplied Dominated*). Assim, as principais inovações voltadas ao setor elétrico ocorrem no âmbito desta indústria sendo sua participação e envolvimento um elemento vital do sistema.

Neste sentido, a pesquisa de inovação tecnológica permite identificar elementos importantes relacionados ao comportamento da indústria de máquinas e equipamentos elétricos no mercado brasileiro. Esta indústria atribui baixa importância às interações com centros de pesquisa e universidades e também com seus consumidores no que tange suas atividades de P&D. No conjunto das 288 empresas participantes do programa da ANEEL no período entre 2000 e 2009, apenas 27 são classificadas como empresas tipicamente relacionadas ao setor de energia elétrica (POMPERMAYER, 2011). Além disso, soma-se o fato de que as principais empresas deste segmento são multinacionais e mantêm seus laboratórios de P&D no exterior. Desta forma, ressalta-se que um importante elemento motivador das políticas de incentivo a P&D, a redução da dependência tecnológica, não vêm ocorrendo de forma satisfatória. Segundo a Sociedade Brasileira Pró Inovação (PROTEC, 2011) o saldo negativo da balança comercial do setor de máquinas e equipamentos elétricos vem crescendo saltando de US\$ -907,45 milhões em 2006 para US\$ -5656,66 milhões em 2011.

Vale ressaltar também, que o próprio perfil dos projetos desenvolvidos estariam voltados a aperfeiçoar as operações das concessionárias sem a pretensão de buscar novos produtos e mercados, o que, por sua vez, também inibiria uma relação mais intensa com a indústria de máquinas e equipamentos elétricos.

Outro ponto relevante é a influência da estabilidade regulatória em relação à regulamentação das atividades do setor e das atividades de P&D. Neste sentido, conforme

discutido no capítulo 2, destaca-se que o setor passou por diversas reestruturações institucionais com a criação de novos atores e também por transformações no ambiente concorrencial que impactaram as atividades de P&D. Assim, vale ressaltar que a estabilidade do arranjo institucional e das regras regulatórias é vital para que se crie um ambiente de confiança para os agentes do setor.

Desta maneira, novas estratégias para as atividades de P,D & I podem ser planejadas e implementadas com maior segurança pelas concessionárias de energia. Além disso, a definição de aspectos regulatórios específicos podem influenciar positivamente determinadas rotas de desenvolvimento tecnológico através da legitimação de novas tecnologias incipientes. Em caráter de exemplo, destaca-se a definição de padrões e diretrizes tecnológicas ligadas à conexão da geração distribuída no sistema integrado nacional, a definição dos padrões de transmissão de dados na rede de transmissão e distribuição e o padrão tecnológico que será utilizado para confecção dos medidores bidirecionais essenciais para a implementação das redes inteligentes.

No mesmo sentido, a manutenção e estabilidade de políticas voltadas à diversificação da matriz energética nacional (como é o caso do PROINFA) é um importante direcionador para o desenvolvimento tecnológico. O estabelecimento de um ambiente institucional regulatório capaz de transmitir segurança para os agentes do setor no que tange novas fontes de geração é vital para o estabelecimento de estratégias de P&D de longo prazo voltadas a diversificação da matriz energética. Assim, ressalta-se também que uma maior articulação entre os agentes do setor e os atores institucionais na formulação das condições da regulamentação das atividades de P&D e na definição de temas estratégicos é um importante elemento na criação de sinergia entre os objetivos das concessionárias e os objetivos institucionais.

Esta análise conclui que a capacidade inovativa do sistema de inovação setorial elétrico brasileiro ainda não atingiu um patamar relevante capaz de fazer frente aos desafios do setor e à redução da dependência tecnológica. O sistema de inovação setorial elétrico brasileiro possui mecanismos importantes voltados ao financiamento e desenvolvimento das atividades de P&D, porém, estes ainda não foram capazes de implementar um ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico com impactos na capacidade inovativa e produtiva de equipamentos produzidos localmente voltados ao setor elétrico brasileiro.

Um ponto importante que também merece destaque são os segmentos industriais que vêm se relacionando com as concessionárias de energia na execução de estratégias de P&D porém não são caracterizados como tipicamente relacionados ao setor de energia elétrica⁵⁵. Dentre os exemplos destacam-se os setores de serviços de arquitetura engenharia e testes, serviços de tecnologia da informação, e o setor de fabricação de equipamentos de informática. Estes setores no período entre 2000 e 2009 representaram respectivamente 26,4%, 15,7% e 13,48% do universo de 178 empresas que não são tipicamente relacionadas ao setor de energia elétrica (POMPERMAYER, 2011). Uma maior atenção ao papel destas empresas pode vir a contribuir substancialmente na identificação de novas demandas voltadas a P,D & I e na elaboração de políticas específicas.

Além disso, no intuito de fortalecer as interações entre as concessionárias e a indústria de máquinas e equipamentos elétricos é essencial uma maior articulação com mecanismos da política industrial voltada a indústria nacional. Neste sentido, aumentar a divulgação dos benefícios concedidos através do programa de P&D da ANEEL, principalmente àqueles relacionados a ações da política industrial que regulamentam a obrigatoriedade da nacionalização dos equipamentos utilizados nos empreendimentos, podem vir a fortalecer a relação entre os dois atores e o desenvolvimento tecnológico da indústria local.

Também sobre a atuação institucional, vale lembrar, que o sistema de inovação setorial elétrico é composto por uma série de alternativas tecnológicas que de forma independente possuem suas próprias especificidades e configuram por sua vez subsistemas de inovação. Conforme descrito por Carlsson e Stanckiewicz (1991) os sistemas de inovação tecnológicos têm seu foco de análise voltado para o desenvolvimento de tecnologias específicas⁵⁶. A análise do desenvolvimento e difusão de tecnologias estratégicas para o setor de forma independente e de acordo com seus mecanismos de indução e de bloqueio específicos também pode vir a oferecer subsídios importantes para a formulação de políticas específicas voltadas ao seu

⁵⁵ O Anexo II apresenta os códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) considerados como tipicamente relacionados ao setor elétrico.

⁵⁶ Em caráter de exemplo destacam-se os SITs voltado à fonte de geração eólica, solar, biomassa, nuclear e de redes inteligentes.

desenvolvimento. Neste sentido, destaca-se a necessidade de articulação de políticas específicas de acordo com as especificidades da tecnologia que busca-se fomentar.

A análise de forma isonômica do desenvolvimento das diversas tecnologias voltadas ao setor elétrico conforme proposto por Bergek Hekkert e Jacobsson (2008) baseada nas funções dos SITs (1-Geração de conhecimento e difusão, 2-Influência na direção da busca, 3-Experimentação, 4-Formação de mercado, 5-Mobilização de recursos, 6-Legitimação, 7-Desenvolvimento de externalidades positivas) pode proporcionar maiores reflexões e possibilidades de atuação regulatória. Este enfoque possibilitaria uma análise mais aprofundada das especificidades e necessidades voltadas ao desenvolvimento de tecnologias específicas. Em suma possibilitaria: (i) uma coordenação política regulatória específica para cada tecnologia considerada relevante para o setor, (ii) contribuir com o alinhamento institucional na fase formativa da evolução de um SIT de forma a utilizar mecanismos específicos de acordo com o nível de inserção das tecnologias no mercado, (iii) induzir uma variedade de atores a experimentarem diferentes designs através de medidas voltadas a demonstração de novas tecnologias de forma direcionada para atores específicos ligados ao setor industrial, (iv) implementar uma política de preços que favoreça o investimento em novas tecnologias de forma isonômica de acordo com o grau de maturação tecnológica e de inserção no mercado (v) proporcionar maior equilíbrio através de políticas de preço, para que assim o processo de aprendizagem tecnológico possa ocorrer em diferentes tecnologias simultaneamente e não de forma competitiva entre as diferentes tecnologias.

No Brasil iniciativas já vem sendo realizadas. Como, por exemplo, a garantia da compra de produção energética por parte da Eletrobrás através do PROINFA de fontes geradoras cujo o desenvolvimento e difusão é considerado estratégico para o setor. Além disso, soma-se a realização de leilões voltados a ofertar energia nova por fonte geradora e incentivos fiscais específicos, como é o caso dos incentivos fiscais voltados a difusão da fonte geradora eólica. Porém, esforços ainda podem ser empreendidos a exemplo do que vem sendo realizado em outros países. Como por exemplo, a complementaridade através da adoção tanto de tarifas do tipo *feed in*, voltadas a assegurar a demanda da produção energética, com a emissão de certificados de produção de energia limpa, assim como, a instalação de obrigatoriedade no âmbito das distribuidoras na contratação de quantidades pré definidas advindas de fontes renováveis.

CAPÍTULO 4. TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL, GESTÃO ESTRATÉGICA E INSTABILIDADE REGULATÓRIA: PERSPECTIVAS PARA OS ESFORÇOS DE P,D & I NO SEB.

Este capítulo tem como objetivo analisar os desafios e as perspectivas para as atividades de pesquisa desenvolvimento e inovação no SEB. Sendo assim, esta seção apresenta uma síntese das principais conclusões discutidas ao longo dos três capítulos. Em seguida, são discutidas as perspectivas para as atividades de P&D no setor no médio e longo prazo.

No capítulo 1 foram analisados os mecanismos pelos quais se alteram os incentivos a inovar e que conseqüentemente afetam as estratégias voltadas a P,D & I por parte das concessionárias de energia atuantes no SEB. Neste sentido, os principais desafios estão relacionados a uma maior compreensão do processo de inovação no setor elétrico. Foram ressaltados os seguintes aspectos que devem ser levados em consideração no planejamento das atividades de P&D.

(i) Os reflexos da ação institucional no mercado de energia e seus impactos no ambiente concorrencial e no arranjo voltado às atividades de P&D, especificamente no que tange a mobilização de recursos e a pesquisa colaborativa.

(ii) Os impactos da regulação tarifária sobre os incentivos a inovar, em especial o valor dos investimentos em P&D dadas as reais possibilidades de apropriação de ganhos no atual contexto regulatório no qual as empresas do setor elétrico estão submetidas.

(iii) O aumento crescente das preocupações sociais relacionadas à redução de impactos ambientais advindas da produção de energia e os indícios da emergência de um novo paradigma energético. Especificamente, a análise dos diferentes mecanismos regulatórios institucionais que atuam sobre tecnologias específicas e alteram condições particulares do mercado e conseqüentemente possibilitam o surgimento e identificação de novas oportunidades de negócio e demandas para a P,D & I.

(iv) O impacto de novas tecnologias em especial aquelas que se configuram como disruptivas em termos de novos produtos, processos e até mesmo ao tradicional modelo de negócio das empresas de energia elétrica capazes de agregar valor ao serviço de geração e fornecimento através da inserção e alteração dos atuais padrões de concorrência do setor no médio e longo prazo.

(v) As especificidades das inter-relações sistêmicas entre os diferentes atores envolvidos nas atividades de P,D & I (ICTs, universidades, fornecedores de materiais e equipamentos elétricos entre outros) e a capacidade de mobilização de competências por parte das concessionárias de energia elétrica no que tange a coordenação sinérgica de recursos dos diferentes atores em torno de suas estratégias de P,D & I.

No capítulo 2 foi dada ênfase às principais características do setor elétrico brasileiro. Especificamente a atual estrutura concorrencial e as principais mudanças relacionadas aos atores de coordenação e regulação do setor. A análise da atual estrutura de mercado do SEB permitiu evidenciar a intensificação da concorrência no setor caracterizada principalmente pela:

- (i) Intensificação das fusões e aquisições.
- (ii) Elevação do número de agentes atuantes no SEB, principalmente aqueles participantes do ACL.
- (iii) Pela capitalização e investida de grupos estrangeiros no Brasil.

Em relação à estrutura de mercado também foi discutida a possibilidade de transição da atual estrutura de oligopólio homogêneo para de oligopólio diferenciado no médio e longo prazo. Esta transformação seria influenciada principalmente pela intensificação da concorrência e pela introdução de novas tecnologias, especificamente a geração distribuída e a adoção das redes inteligentes, capazes de alterar os atuais padrões de concorrência da indústria elétrica. Argumenta-se que esta conjuntura influenciaria as estratégias de expansão das empresas de energia no médio e longo prazo dada as novas possibilidades de diversificação e diferenciação dos serviços prestados.

Em relação ao arranjo institucional, vale ressaltar que o modelo de regulação do setor elétrico sofreu importantes modificações ao longo das últimas três décadas. Com o aumento da participação privada e a instauração de uma nova etapa baseada na abertura dos mercados e na mudança do papel do Estado para a função de coordenador/regulador, através da ANEEL.

As reformas mais recentes do setor elétrico brasileiro realizadas durante a década de 90 e que culminaram no novo modelo do setor elétrico, tinham como pressuposto compensar os efeitos deficitários de uma coordenação e planejamento baseada exclusivamente na ação estatal ou exclusivamente na ação privada. Seguindo tendências internacionais na regulação de mercados de energia, foram gerados mecanismos mercadológicos liberalizantes que diminuiram

barreiras institucionais e incluíram a iniciativa privada. A estrutura de mercado subjacente às reformas é composta tanto por empresas estatais como privadas, nacionais e multinacionais, e visa possibilitar uma maior dinâmica concorrencial devido ao acesso a novas fontes de recursos advindas do livre mercado estabelecido.

Porém, a liberalização econômica não incentivou as empresas a aumentarem seus esforços inovativos, particularmente o esforço de pesquisa e desenvolvimento e à inovação tecnológica. Ao contrário, de forma semelhante ao que ocorreu em outros países que também instauraram um ambiente de maior concorrência, as concessionárias do SEB vêm centrando seus esforços nas estratégias de baixo risco e de curto prazo, comprometendo o direcionamento de recursos voltados para atividades de P&D em ações pulverizadas e com muito baixo impacto econômico, social e ambiental.

O terceiro capítulo, embasado pelo referencial teórico dos sistemas setoriais de inovação (MALERBA, 2002), voltou-se a analisar as especificidades do sistema setorial de inovação elétrico brasileiro. Assim, esta análise concluiu que a capacidade inovativa do sistema de inovação setorial ainda não atingiu um patamar relevante capaz de fazer frente aos desafios do setor e à redução da dependência tecnológica. O sistema de inovação setorial elétrico brasileiro possui mecanismos importantes voltados ao financiamento e desenvolvimento das atividades de P&D, criados no intuito de impedir uma redução gradual dos investimentos nestas atividades. Porém, estes mecanismos ainda não foram capazes de implementar um ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico com impactos na capacidade inovativa e produtiva de equipamentos produzidos localmente voltados ao setor elétrico brasileiro. Por outro lado, o programa de P&D da ANEEL vem sendo capaz de fomentar a interação entre as concessionárias de energia e os centros de pesquisa e universidades sendo relevante na formação de mão de obra específica para o setor.

Dentre os fatores relacionados ao fraco desempenho do sistema setorial destacam-se:

(i) As especificidades do processo inovativo em ambientes regulados, que no caso do setor elétrico seria influenciado pela dinâmica da regulação tarifária que reduz as possibilidades de apropriação de ganhos de eficiência, impactando negativamente a motivação do esforço inovador.

(ii) A dinâmica de desenvolvimento de novas tecnologias que ocorre primordialmente no âmbito da indústria de máquinas e equipamentos elétricos e que no caso brasileiro depende da

atuação de empresas multinacionais que desenvolvem seus projetos no exterior sem interesse no desenvolvimento local, caracterizando assim uma postura *Supplier Dominated* por parte das empresas GTD.

(iii) As especificidades de um setor regulado, tradicionalmente caracterizado como intensivo em escala onde a atração de investimentos, planejamento da expansão do Sistema Integrado Nacional, e a confecção de estratégias de P&D são fortemente influenciados pela estabilidade do arranjo regulatório e sua capacidade de transmitir segurança no que tange o retorno esperado dos investimentos realizados.

A ocorrência destes fatores ao que tudo indica tem tornado o processo de desenvolvimento do sistema setorial demasiado complexo. As atuais políticas de fomento a P&D não têm tido resultados consistentes.

As principais conclusões resultantes da análise conduzida ao longo do trabalho são apresentadas abaixo divididas nas seguintes categorias: A- Regulatória geral, B- Regulatória do P&D, C- Tecnológica e D- Novos modelos de negócio.

A- Regulatória Geral

De forma geral conclui-se que as mudanças implementadas visando a abertura do mercado de energia nacional durante a década de 90 e a implementação de um modelo híbrido composto por dois ambientes de contratação tem influenciado consideravelmente a elevação do número de agentes ligados ao mercado de energia elétrica nacional. Assim destaca-se que ao longo do processo de abertura do mercado a atração investimentos no setor elétrico nacional têm sido pautada principalmente pela atratividade dos empreendimentos. Os investimentos têm ocorrido através de capital privado tanto nacional como internacional.

Atualmente as fusões e aquisições têm se intensificado no setor. Dentre os fatores que vêm motivando este processo destaca-se (i) a necessidade de redução de custos, (ii) a formação de centros regionais integrados de energia e (iii) a maximização de ativos, pessoal, aprendizado e estratégias empresariais. Neste processo, as fusões e aquisições vem ocorrendo primordialmente por parte das empresas de capital estrangeiro adquirindo de brasileiros capital de empresa estabelecida no Brasil.

No que tange o ACL destaca-se que este ambiente de contratação vêm crescendo. Principalmente os agentes produtores independentes, consumidores especiais, consumidores livres e a figura do comercializador. Atualmente este ambiente corresponde a 27% do mercado de energia. Dentre as iniciativas que vem sendo tomadas pela ANEEL que podem influenciar ainda mais a expansão deste ambiente e conseqüentemente sua participação na expansão do SIN destaca-se a regulamentação da figura do comercializador varejista que atualmente encontra-se em processo de audiência pública por parte da ANEEL até Junho de 2013. Além disso, destacam-se as iniciativas voltadas a possibilitar maior dinamismo na contratação de energia. É o caso do estabelecimento do Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia (BBCE) e plataforma eletrônica BRIX ambas plataformas poderiam ser precursoras da criação de uma eventual bolsa de energia no mercado nacional.

No que tange os atores responsáveis pela coordenação e regulação do SEB, destaca-se que a transição do sistema elétrico para uma coordenação descentralizada deve ser um processo demorado e complexo. O atual arranjo institucional ainda encontra-se em maturação e, portanto, ajustes serão necessários. Um ponto importante conforme discutido no capítulo 2 trata-se do relacionamento da ANEEL (órgão de Estado) com o MME (Governo) no que tange as decisões de longo prazo para o setor e as possibilidades de que decisões voltadas a atingir objetivos imediatistas venham a prejudicar o planejamento de longo prazo do setor. No entanto, uma parte significativa do conjunto global da regulação do setor elétrico já está consolidada e sua manutenção é condição essencial para a atração de investimentos.

B- Regulatória do P&D

A regulação tarifária de serviços em rede como é o caso da indústria de energia brasileira é um ponto importante que deve ser discutido no sentido de propiciar um ambiente propício a inovação tecnológica no SEB. Em suma, destaca-se, que se a empresa regulada puder se apropriar dos lucros advindos da inovação refletidos em ganhos de produtividade, incentivos à inovação são criados. Do contrário, se a regulação capturar todos os ganhos advindos da inovação as empresas não identificam nenhum incentivo para inovar. Isto implica que se a tarifa regulada aplicada permitir que as empresas inovadoras assegurem um percentual mínimo de seus lucros espera-se que os incentivos a inovação aumentem.

No Brasil, conforme discutido no capítulo 2 a atual sistemática de regulação tarifária por preço teto adotada para os consumidores cativos das distribuidoras de energia elétrica não estimula a realização de programas de eficiência energética, nem a proposição de novas tarifas horosazonais ou de fornecimentos interruptíveis, já que todas estas alternativas, se tiverem sucesso, podem reduzir as vendas e/ou as receitas das concessionárias, o que tende a diminuir seus lucros. Sendo assim, o contexto de regulação econômica tarifária as quais as concessionárias de energia estão submetidas impacta substancialmente a demanda por projetos de P&D relacionados a tecnologias redutoras de custos uma vez que penaliza o esforço inovador que venha a resultar em ganhos de eficiência.

A análise sobre os mecanismos de fomento que instalam a obrigatoriedade dos investimentos em P&D e seus impactos sobre a dinâmica setorial de inovação, conforme discutido no capítulo 3, demonstra que tanto o programa de P&D da ANEEL como as ações do fundo setorial CTEneg não vêm conseguindo estimular de forma satisfatória o desenvolvimento de novos produtos no setor e conseqüentemente a redução da dependência tecnológica. Foram observados dificuldades e problemas relacionados à internalização e à replicação dos produtos e processos resultantes dos projetos de P&D. A interação da indústria de máquinas e equipamentos elétricos local tem uma baixa intensidade de relacionamento com os demais atores do sistema fruto principalmente da dependência de fornecedores estrangeiros o que evidencia a ausência de uma política industrial voltada ao desenvolvimento desta indústria localmente.

Entretanto, devido principalmente ao arranjo fomentado pelos mecanismos de fomento as atividades relacionadas à P&D envolvendo institutos de pesquisa e universidades no SEB começam a se beneficiar cada vez mais de uma aproximação com as concessionárias. Os recursos vêm sendo utilizados em parceria com diferentes institutos de pesquisa e universidades de forma dispersa. Os resultados tem se dado muito mais no âmbito acadêmico do que de fato através do desenvolvimento de novos produtos e processos.

Assim, conclui-se que é inescapável que o Brasil, em algum momento, saia da trajetória atual de punição do esforço do inovador, como determina a legislação atual que obriga o investimento em P&D, e passe a incentivar modelos nos quais o inovador seja premiado e tenha capacidade e interesse em ampliar o esforço de pesquisa e inovação.

C- Tecnológica

No que tange o desenvolvimento tecnológico voltado para o setor eletro energético conclui-se que a transformação dos sistemas energéticos é caracterizada principalmente pela substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia. As recentes transformações nos sistemas de energia a nível global indicam a emergência de um novo paradigma energético que vêm sendo influenciado pelo aumento das preocupações sociais relacionados ao papel da energia e os seus impactos ambientais. O novo padrão emergente está baseado em uma produção energética em menor escala, operando de forma descentralizada, utilizando fontes renováveis em um ambiente de mercado liberado no qual a utilização de tecnologias da informação e comunicação e a incorporação do conceito de sustentabilidade vêm se tornando uma importante forma de agregar valor a produtos e serviços.

Assim o desenvolvimento de iniciativas de geração distribuída, microgeração e o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias geradoras como é o caso das fontes geradoras: Eólica, Fotovoltaica, Biomassa e PCHs e o desenvolvimento das redes inteligentes vem impulsionando transformações em âmbito global. No caso brasileiro os indícios de uma transição paradigmática tem se evidenciado principalmente na elevação das figuras do auto produtor e do produtor independente. Vale ressaltar que as iniciativas de diversificação da matriz energética já vem sendo alvo tanto de ações específicas no âmbito da política energética como é o caso do PROINFA, como também, de mecanismos específicos da política industrial como a isenção fiscal no intuito de viabilizar novos empreendimentos relacionados as fontes alternativas. Além disso, soma-se a este contexto a necessidade de viabilização de novos empreendimentos geradores visto que no médio e longo prazo o número de aproveitamentos hídricos passíveis de serem aproveitados vêm reduzindo.

D- Novos Negócios

A possibilidade de desenvolvimento de novos negócios no âmbito das concessionárias de energia esta em parte relacionada tanto aos mecanismos de fomento a P&D no SEB como ao desenvolvimento tecnológico e difusão das iniciativas de geração distribuída, microgeração e adoção das redes inteligentes. Conforme discutido, estas oportunidades estão relacionadas a alteração de padrões de concorrência que no médio e longo prazo conduziriam uma

transformação gradual no setor da atual estrutura de oligopólio homogêneo da indústria elétrica brasileira para uma estrutura de oligopólio diferenciado.

Em suma, destaca-se que as oportunidades são diversas. Dentre estas, a convergência da infraestrutura da indústria elétrica com a infraestrutura de comunicações representa possibilidades de ganhos para as empresas de energia advindas principalmente da possibilidade de criação de novos produtos e serviços. O conceito de *Smart Grid* deverá possibilitar uma maior participação do usuário final no gerenciamento de sua demanda adicionando variáveis que até então estavam fora de seu controle (escolha da fonte geradora, venda de energia auto produzida, quantidade de energia comprada, capacidade de transmissão, localização do ponto gerador, serviços de gerenciamento da demanda, tempo e qualidade do serviço e disponibilização do excedente na rede).

Além disso, a transição para uma estrutura de oligopólio diferenciado também estaria relacionada aos esforços de diversificação e diferenciação das concessionárias de energia num ambiente de maior intensidade concorrencial. Os esforços de diversificação por parte das concessionárias de energia estariam relacionados a três fatores discutidos por Brito (2002) *(i)* possibilidade de buscar novas áreas de atuação para acelerar o crescimento da empresa; *(ii)* aumento da eficiência técnico produtiva das empresas com a exploração de sinergias que possibilitam a melhor utilização dos recursos disponíveis; *(iii)* ampliação da rentabilidade de longo prazo devido à redução de riscos e estabilização de ganhos entre um maior número de consumidores.

Vale ressaltar que iniciativas importantes já vem sendo direcionadas no sentido de viabilizar o conceito de GD e a adoção das redes inteligentes no SEB tanto por parte da ANEEL como pelos agentes concessionários. No caso da ANEEL, destaca-se a promulgação da resolução normativa 375 de Agosto de 2009 que regulamenta a utilização da tecnologia *Power Line Communication* e possibilita a transmissão de dados digitais e analógicos através da rede de distribuição. A edição da chamada nº 011/2010 que instaura o projeto estratégico “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente”. E a definição de aspectos técnicos através da resolução normativa 482 de Abril de 2012 que cria o sistema de compensação de energia e define os padrões específicos para a conexão da geração distribuída, permitindo o intercâmbio no sistema integrado da carga autoproduzida isoladamente.

No âmbito das concessionárias destacam-se as iniciativas *Smart City* que está sendo conduzida pela associação das empresas Ampla e Endesa na Armação de Búzios (RJ), e o projeto que está sendo desenvolvido pela Copel que visa à implantação da rede inteligente na cidade de Fazenda do Rio Grande na região de Curitiba. Ambos são projetos piloto voltados à instalação de infraestrutura necessária para a viabilização local da rede inteligente que visam analisar impactos específicos na distribuição de energia advindas das redes inteligentes.

Na seção seguinte com base na análise realizada ao longo deste trabalho serão discutidas perspectivas para os esforços de P, D & I no SEB no médio e longo prazo.

4.1. PERSPECTIVAS PARA OS ESFORÇOS DE P,D & I NO SEB

A discussão em relação às perspectivas para as atividades de P,D & I no médio e longo prazo implica em analisar o setor de forma prospectiva num horizonte de 30 anos. Assim, além da análise do desenvolvimento setorial agrega-se mais um ponto importante que deve ser levado em consideração, o caráter de incerteza inerente a atividades relacionadas à Ciência, Tecnologia e Inovação.

No caso do setor elétrico brasileiro a incerteza estaria relacionada a três aspectos. O primeiro é a instabilidade regulatória, isto é, a possibilidade de que eventuais mudanças futuras no poder político, e até mesmo na geopolítica energética global venham a influenciar mudanças no arcabouço regulatório então vigente influenciando o contexto e o planejamento das atividades de P&D no SEB.

Além disso, as mudanças que ocorreram no SEB também foram resultado de transformações relacionadas à geopolítica energética global. Como é o caso dos impactos da 1° e 2° crise do petróleo no que tange a segurança energética dos estados soberanos. Assim, vale ressaltar, que conflitos em áreas geopolíticas de forte instabilidade como é o caso da região do oriente médio, podem vir a impactar o mercado de energia global com importantes reflexos na dinâmica da P&D para o setor. A elevação do valor do petróleo no mercado internacional influencia diretamente o interesse no desenvolvimento de novas tecnologias geradoras de energia.

O segundo ponto está relacionado à intensificação das preocupações sociais capazes de influenciar a dinâmica da P&D no setor elétrico. Um exemplo deste tipo de incerteza seriam as

recentes mudanças nas políticas energéticas no Japão e na Alemanha no que concerne à adoção da fonte geradora nuclear, que tanto no Japão quanto na Alemanha vem sofrendo reveses.

O terceiro ponto está relacionado à própria dinâmica do desenvolvimento tecnológico e difusão de inovações. Neste sentido, a incerteza está relacionada à impossibilidade de prever que dentro do período definido para esta análise, novas opções tecnológicas consideradas disruptivas para o setor venham a ser desenvolvidas, como é o já perceptível caso das diferentes opções tecnológicas voltadas à geração distribuída ou micro geração.

Sendo assim, no que concerne o SEB admite-se a possibilidade de estabelecimento de três cenários futuros possíveis relacionados às atividades de P&D. Nos três, o foco de análise é o SEB. Na construção dos três cenários admitiremos que a estabilidade geopolítica energética global não seja muito diferente do que já é conhecido e que as principais rotas de desenvolvimento tecnológico voltadas ao setor são razoavelmente conhecidas e não devem ser influenciados significativamente por novas tecnologias disruptivas (hoje desconhecidas) nos próximos 30 anos.

No primeiro cenário, no médio e longo prazos (10 a 30 anos) o arranjo institucional se mantém estável sem mudanças significativas no que tange os mecanismos de fomento a P&D. A ação institucional não intensifica seus esforços de prospecção tecnológica e nem a adequação regulatória que possa vir a estimular a inserção de novas tecnologias no setor. A eficácia do sistema setorial ainda é baixa, reflexo do descolamento da política energética em relação à política industrial. Aspectos importantes referentes às fraquezas do sistema setorial são identificados, porém medidas mitigadoras voltadas ao fortalecimento do sistema não são realizadas. Os padrões de concorrência tradicionalmente homogêneos são mantidos, haja vista a dificuldade de desenvolver capacitações tecnológicas inovadoras capazes de influenciar a indústria elétrica local.

Os agentes operam sob forte incerteza no que tange sua relação com o órgão regulador. As concessionárias operam com uma visão de longo prazo sob o risco constante de que novas medidas venham a ser implementadas visando modicidade tarifária ao usuário final. O direcionamento de recursos voltados aos esforços em P&D são mantidos, porém, muito mais ligados ao caráter de obrigatoriedade do programa do que aos objetivos estratégicos das concessionárias.

Um segundo cenário seria de regressão dos atuais mecanismos de fomento a P&D no setor. Neste cenário o planejamento da expansão do sistema integrado nacional é comprometido, o descompasso entre a oferta e demanda resulta em crises do abastecimento e é resultado de mudanças na regulamentação do setor que forçam os agentes concessionários a aceitarem uma menor margem de lucro na renovação de seus contratos de concessão. No médio prazo, esta mudança passa a inviabilizar novos investimentos voltados à expansão do Sistema Integrado Nacional. Os mecanismos de fomento são eliminados e qualquer planejamento voltado às atividades de P&D é comprometido no intuito de reduzir custos produtivos. No longo prazo, observa-se a tendência crescente de reestatização do setor dada a pouca atratividade para atuação da iniciativa privada. Estabelece-se um cenário no qual a principal preocupação é a de assegurar o funcionamento do setor e a oferta de energia barata.

No terceiro cenário os principais mecanismos de fomento a P&D são mantidos e adaptações são realizadas com base nos elos fracos do sistema. Ações são realizadas visando desenvolver a capacitação tecnológica da indústria de máquinas e equipamentos elétricos local, assim como na identificação de demandas para a P&D advindas dos segmentos de serviços de arquitetura engenharia e testes, serviços de tecnologia da informação, e o setor de fabricação de equipamentos de informática.

No intuito de gerar maior sinergia na utilização dos recursos alocados pelos programas de fomento ações são empreendidas para aproximar os agentes concessionários das decisões sobre as demandas estratégicas do setor. A intensificação da concorrência se acentua principalmente entre as grandes distribuidoras devido à necessidade de redução de custos dadas às imposições voltadas a gerar modicidade tarifária. A ampliação de ganhos de escala e de escopo leva a um processo natural de fusões e aquisições. Por outro lado, a ampliação do Ambiente de Contratação Livre (ACL) se acentua. O número de agentes é crescente, principalmente a figura do produtor independente, do autoprodutor e do consumidor especial. A figura do comercializador varejista é regulamentada e também se acentua, por intermédio deste tipo de empresa a contratação de energia se torna mais flexível. Os agentes atuantes no ACL gradativamente passam a se configurar como importantes elementos na expansão do Sistema Integrado Nacional. Iniciativas de Geração Distribuída e o conceito de redes inteligentes se difundem em regiões específicas. No médio prazo, observa-se uma transformação gradual dos padrões de concorrência do setor que

tendem a uma estrutura de oligopólio diferenciado fortemente influenciado por esforços de diversificação e diferenciação que introduzem novos serviços e produtos.

Tendo em vista que os dois primeiros cenários têm consequências já experimentadas no Brasil – o primeiro é o que vivemos hoje, já discutido nesta dissertação e o segundo é o vivido no período anterior ao início dos anos 2000 – será a seguir feita uma análise deste terceiro cenário, justamente porque coloca elementos de mudança cujas consequências são ainda desconhecidas para o futuro do SEB.

Neste último cenário o sistema setorial elétrico é fortalecido por um maior protagonismo das concessionárias e empresas que vêm surgindo no âmbito do ACL. As atividades de P&D nestas empresas adquirem maior protagonismo com base nos esforços de diversificação e diferenciação no intuito de desenvolver novas possibilidades de mercados. Adaptações são realizadas no arcabouço regulatório introduzindo encadeamento entre as políticas eletroenergéticas e industrial no intuito de aproximar a indústria local que vêm se relacionando com o setor de novas oportunidades de desenvolvimento.

Dentre os aspectos relacionados ao estabelecimento deste cenário destaca-se que atualmente as principais influências sobre as atividades de P,D & I são fruto do aumento crescente das preocupações sociais com o papel da energia e seu impacto ambiental. Os indícios da emergência de um novo paradigma energético compreendido como parte de um conjunto de mudanças relacionadas ao novo paradigma Técnico Econômico fruto da interação entre padrões sociais e tecnológicos que em conjunto vêm se alterando (FREEMAN; PEREZ, 1988), conforme discutido nesta dissertação, é um importante elemento direcionador da mudança tecnológica e consequentemente desta análise prospectiva.

Neste cenário, as mudanças em curso na indústria de energia e no SEB são compreendidas como mudanças sociais e econômicas mais amplas. A mudança de paradigma energético no longo prazo se refere à adoção crescente de novas tecnologias geradoras com menor impacto ambiental, como a eólica, biomassa, fotovoltaica, PCHs e suas possibilidades devido à adoção das redes inteligentes. Isto possibilitaria o desenvolvimento de novos produtos e serviços, assim como inovações organizacionais que influenciariam o atual modelo de negócio das concessionárias de energia e representariam um salto qualitativo na produtividade para diferentes

segmentos da indústria de energia com consequente abertura de uma gama ampla de oportunidades de investimento no médio e longo prazo.

A percepção de que mudanças estão ocorrendo na indústria de energia também é um ponto importante desta análise prospectiva. Admite-se que tanto o agente regulador como as concessionárias atuantes no SEB têm se dado conta de que essas mudanças vêm ocorrendo em âmbito mundial. No caso do SEB, conforme discutido, diversas iniciativas estão acontecendo no sentido de planejar e viabilizar a inserção das redes inteligentes no Sistema Interligado Nacional. Além disso, a importância da diversificação da matriz energética também já é foco de políticas específicas e sua participação crescente encontra-se descrita nos principais documentos prospectivos sobre a expansão e diversificação da matriz energética. Soma-se a este cenário, o fato de que no longo prazo a disponibilidade de aproveitamentos hídricos também está se reduzindo. Assim, a adoção de novas tecnologias de geração por parte das concessionárias de energia é um ponto vital relacionada a sua sobrevivência de longo prazo.

As concessionárias também estariam atentas a estas mudanças e o principal indício é a intensificação da pesquisa estratégica e do aumento da intensidade no relacionamento com outros segmentos industriais que não são tradicionalmente ligados ao setor elétrico, mas que estariam ligados ao contexto de desenvolvimento tecnológico futuro de evolução da indústria elétrica. Especificamente os segmentos industriais de serviços de tecnologia da informação e o setor de fabricação de equipamentos de informática voltados a digitalização das subestações de distribuição e dos sistemas de controle de carga.

Outro ponto importante que merece atenção são iniciativas de reorganização interna associadas a uma maior atenção e importância das atividades de P&D por parte das concessionárias no intuito de gerar maiores oportunidades, seja com esforços internos, seja por meio da articulação com agentes externos. Novos modelos de negócios, incertezas regulatórias e tecnológicas e concorrência em elevação levariam as concessionárias de energia a reestruturarem suas arquiteturas organizacionais no intuito de obterem maiores benefícios do esforço de inovação. Neste cenário o arranjo setorial seria capaz de implementar ações de estímulo ao desenvolvimento e à adoção de novas tecnologias de forma simultânea e independente através de maior coordenação institucional. Assim, as concessionárias de energia, os autoprodutores, e os produtores independentes teriam maior protagonismo. As atividades de P,D & I tornar-se-iam

uma importante fonte de elementos estratégicos voltados à diversificação e diferenciação de suas atividades.

Assim, admitindo a possibilidade do estabelecimento futuro deste contexto e com o intuito de oferecer contribuições, também foram discutidas ações neste trabalho que pudessem influenciar positivamente o estabelecimento futuro de um ciclo virtuoso para o sistema setorial de inovação elétrico brasileiro. As contribuições foram divididas nas mesmas quatro categorias utilizadas no item anterior que apresentou as principais conclusões do trabalho:

A- Regulatória Geral

- Alteração dos mecanismos de regulação especificamente a ampliação do período de revisão tarifária de forma que os resultados de projetos de P&D possam ser implementados e seus resultados financeiros absorvidos parcialmente pelas concessionárias por um período de tempo mais elevado. Alterando assim o marco regulatório na direção da premiação do esforço inovador e não da punição que retira o ganho de eficiência adquirido através do esforço inovador impactando diretamente a motivação para inovar.
- Criação de convergência de interesses através da definição de temas prioritários compatíveis com o interesse das concessionárias de energia. O que implica em maior participação das concessionárias nas definições referentes à regulamentação das atividades de P&D.

B- Regulatória do P&D

- A focalização e priorização dos recursos para temas estratégicos de maior impacto e que exigem escala de P&D e do esforço inovativo como um todo, como por exemplo fontes de energia limpa e produção local de equipamentos. Neste sentido, tratam-se de projetos de maior envergadura que demandem esforço prospectivo e o envolvimento das empresas fornecedoras. Vale ressaltar que as ações do fundo setorial CTEneg já vêm coordenando esforços voltados a temas estratégicos do setor, porém uma maior participação dos agentes concessionários e principalmente dos segmentos industriais que vem se relacionando com o setor na definição e planejamento dos esforços de P&D é essencial.

- No que tange o desenvolvimento de novas tecnologias geradoras e conseqüentemente a diversificação da matriz energética ressalta-se a necessidade da atuação sistêmica dos diferentes mecanismos de fomento voltados a P&D e também da política industrial relacionados a capacitação tecnológica local. Os mecanismos devem contemplar as especificidades de cada opção tecnológica de forma isonômica em relação ao seu grau de maturidade de desenvolvimento, de inserção no mercado e de relevância estratégica para o desenvolvimento do setor. Em caráter de exemplo, destaca-se as ações empreendidas para viabilizar os empreendimentos ligados a fonte de geração eólica (inserção no PAC, benefícios advindos da REIDI e participação no PROINFA) que demonstram o resultado de um conjunto de mecanismos de fomento atuando de forma sistêmica na viabilização desta fonte energética.
- Flexibilização dos recursos destinados a P&D para que estes possam vir a serem reconhecidos em atividades relacionadas à infraestrutura necessária para a gestão da P,D & I de acordo com as necessidades das concessionárias de energia. Neste sentido, vale ressaltar que as concessionárias atuantes no SEB estão passando por uma readequação de suas arquiteturas organizacionais no intuito de se adequarem e de obterem maior proveito do esforço de P&D. Assim iniciativas inovadoras voltadas a reestruturação organizacional com vistas a aumentar a capacidade de gerir o esforço de inovação também devem ser reconhecidas e incentivadas pelo órgão regulador.

C- Tecnológica

- O estabelecimento de políticas isonômicas capazes de fomentar o desenvolvimento e adoção de tecnologias específicas consideradas estratégicas para o setor de forma independente. Isto é, levando em conta os diferentes mecanismos de indução e bloqueio específicos a cada tecnologia. É o caso, por exemplo, do desenvolvimento do sistema de inovação tecnológico eólico, fotovoltaico e o de redes inteligentes, entre outros. Tais políticas isonômicas poderiam se utilizar de mecanismos específicos como por exemplo: (i) a adoção das tarifas tipo *Feed In*, (ii) emissão de créditos de carbono, (iii) a renúncia fiscal nos equipamentos relacionados as tecnologias que se deseja fomentar, (iv) obrigatoriedade de índices de nacionalização de equipamentos em novos empreendimentos, (v)

estabelecimento de certificados de energia limpa, no intuito de promover a produção energética através de fontes renováveis e (vi) Obrigação por parte das distribuidoras de compra de uma parcela da sua produção energética advinda de fontes renováveis. Vale ressaltar, que este tipo de incentivo já vem ocorrendo através do PROINFA, direcionado as fontes: eólica, biomassa e PCHs, porém limitado somente à atuação da Eletrobrás. O caráter de obrigatoriedade na compra da produção energética por parte das distribuidoras viria a impulsionar ainda mais a necessidade de desenvolvimento tecnológico relacionado a estas fontes. Estas políticas devem ser implementadas de forma isonômica, de acordo com as especificidades da tecnologia que se deseja fomentar. Portanto, devem levar em conta o nível de maturidade tecnológico específico de cada tecnologia e o desenvolvimento de novos nichos de mercado localmente no intuito de fomentar o desenvolvimento de novas tecnologias simultaneamente.

- Desenvolvimento de uma política específica voltada à construção de empresas locais desenvolvedoras e fornecedoras de equipamentos capazes de envolver os setores produtivos de acordo com as demandas do SEB. Este tipo de iniciativa poderá relacionar o direcionamento na divulgação dos benefícios do programa de P&D da ANEEL no que tange as oportunidades para a indústria local de máquinas e equipamentos elétricos e também os outros segmentos industriais que vêm se relacionando com o setor. As ações de divulgação dos benefícios devem ser implementadas principalmente naqueles empreendimentos que já requerem um índice de nacionalização de seus equipamentos.

D- Novos Negócios

- Realizar ações de divulgação dos mecanismos de fomento e de identificação de demandas para a P,D & I junto a segmentos industriais que não são tradicionalmente ligadas ao setor elétrico, mas que vêm participando ativamente do programa, como por exemplo: os setores de serviços de arquitetura engenharia e testes, serviços de tecnologia da informação, e o setor de fabricação de equipamentos e informática.
- Por parte das concessionárias, maior atenção ao estabelecimento de redes de pesquisa que incluam fornecedores de equipamentos locais com maior possibilidade de influência das concessionárias sobre as demandas de P&D a serem desenvolvidas, e sobre o

compartilhamento do risco financeiro. O estabelecimento de relações com fornecedores locais também proporcionaria maior número de opções para alavancar recursos financeiros utilizando outros mecanismos da política industrial.

- Aprimoramento por parte das concessionárias dos processos de gestão das atividades de inovação que sejam capazes de identificar, priorizar e avaliar os impactos dos projetos de P&D sobre a estratégia de crescimento da concessionária no longo prazo.
- Desenvolvimento de programas regulares de prospecção tecnológica tanto nas concessionárias como por parte dos órgãos reguladores capazes de monitorar o desenvolvimento tecnológico relacionado ao setor energético globalmente e informar e direcionar os esforços de P, D & I empreendidos pelos agentes do setor. Possibilitando desta forma maior segurança para os agentes na confecção de suas estratégias de P&D de longo prazo.

Este trabalho buscou analisar quais são as perspectivas e desafios das atividades de P,D & I no SEB. Assim destaca-se que o principal desafio do setor é o estabelecimento de um ambiente propício a inovação, neste sentido, é inescapável que o Brasil, em algum momento, saia da trajetória atual de punição do esforço do inovador, como determina a legislação atual que obriga o investimento em P&D, e passe a incentivar modelos nos quais o inovador seja premiado e tenha capacidade e interesse em ampliar o esforço de pesquisa e inovação.

A construção de três cenários possíveis para as atividades de P,D & I no médio e longo prazo permite destacar a importância de se assegurar que não se repitam os mesmos desacertos na condução da expansão do SIN e no desenvolvimento tecnológico do setor. Além disso, buscou-se oferecer contribuições para a implementação de ações específicas no intuito de fortalecer o sistema setorial de inovação elétrico brasileiro e possibilitar que este seja capaz de fazer frente aos desafios tecnológicos que se apresentam para um setor estratégico para a promoção de bem estar social, desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE. A indústria elétrica e eletrônica em 2020. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. São Paulo: ABINEE, 2009.

ABRADEE. Dados de Mercado das Empresas Distribuidoras Associadas 2010. Disponível em: http://www.abradee.com.br/dados_mercado.asp Extraído em 20/02/2012.

AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDEL, R., GRIFFITH, R. HOWITT, P. (2005) *Competition and innovation: an inverted U relationship*. Quarterly Journal of Economics 120 (2), 701-728. 2005.

ANEEL (2008 A) Atlas ANEEL. Brasília: ANEEL, 2008.

ANEEL (2008 B) Manual do programa de Pesquisa e Desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica. Brasília: ANEEL, Maio 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75&idPerfil=6>, Acesso em: 05/08/2011.

ANEEL. Manual de Fiscalização da Geração. Brasília: ANEEL, 2009.

ANEEL (2010 A) Atlas ANEEL Brasília, BR: ANEEL, 2010.

ANEEL (2010 B) Informações Gerenciais Brasília, BR: ANEEL, 2010.

ANEEL (2010 C) Resenha Energética Brasília, BR: ANEEL, 2010.

ANEEL (2010 D) CHAMADA N° 011/2010 Projeto Estratégico: “Programa Brasileiro De Rede Elétrica Inteligente”, Brasília, BR: ANEEL, 2010.

ANEEL (2010 E) Nota Técnica n° 0043/2010-SRD/ANEEL, Brasília: ANEEL, 2010.

ANEEL. Informações Gerenciais Brasília: ANEEL, 2012.

BALDWIN, R.; CAVE, M. Understanding regulation. Londres: Oxford University Press, 1999.

BERGEK, A. AND JACOBSSON, S. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology, *Industrial and Corporate Change*, v. 13, n. 5, p. 815-849, 2004.

BERGET, A., HEKKERT, M. E JACOBSON, S. Functions in innovation systems: a framework for analyzing energy system dynamics and identifying goals for system building activities by entrepreneurs and policy makers. IN: FOXON, T. J.; KOHLER, J.; OUGTON, C. (EDS.) Innovation for a low carbon economy: economic, institutional and management approaches. MA;USA: Edwards Elgar, 2008.

BLIND K. The influence of regulations on innovation: A quantitative assessment for OECD countries. Research Police, v. 41, p. 391-400. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9991.htm>. Acesso em: 15 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei 10.847, de 15 de março de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm>. Acesso em: 15 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei 10.848, de 15 de março de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm>. Acesso em: 15 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987cons.htm>. Acesso em: 16 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei Setorial 9.047, de 18 de maio de 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9047.htm>. Acesso em: 16 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei 8.631, de 4 de março de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8631.htm>. Acesso em: 16 set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei 9.648, de 27 de maio de 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9648cons.htm>. Acesso em: 16 de set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 10.438, 26 de abril de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>. Acesso em: 16 de set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.683.htm>. Acesso em: 16 de set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: 17 de set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 375 de Agosto de 2009. Regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009375.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 278/2000. Estabelece limites e condições para participação dos agentes econômicos nas atividades do setor de energia elétrica. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000278.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 63, de 12 de maio de 2004. Aprova procedimentos para regular a imposição de penalidades aos concessionários, permissionários, autorizados e demais agentes de instalações e serviços de energia elétrica, bem como às entidades responsáveis pela operação do sistema, pela comercialização de energia elétrica e pela gestão de recursos provenientes de encargos setoriais.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 502, de 26 de novembro de 2001. Aprova o Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2001502.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 219, de 11 de abril de 2006. Aprova o Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2006219.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Normativa nº 316, de 13 de maio de 2008. Aprova o Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2008316.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2012.

BRASIL. Medida provisória 1.531-18, de 29 de abril de 1998. (Convertida na lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998). Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9648cons.htm>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5163.htm>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Decreto nº 5.267, de 9 de novembro de 2004. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5267.htm>. Acesso em: 30 de set. 2012.

BRASIL. Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Decreto nº 5.081, de 14 de maio de 1994. Regulamenta os arts. 13 e 14 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, e o art. 23 da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, que tratam do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec20045081.pdf>>. Acesso em: 30 de set. 2012.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Legislação Informatizada - Decreto-Lei nº 3.867, de 29 de Novembro de 1941. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-3867-29-novembro-1941-414005-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Decreto nº 41.019, de 26 de fevereiro de 1957. Regulamenta os serviços de energia elétrica. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec195741019.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.267

IPEA. Chamada Pública nº 011/2010. Projeto "Políticas Sociais: Acompanhamento e Análise - Igualdade Racial". Disponível em: < http://agencia.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1868>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projetos de Leis e Outras Proposições. Proposta de Emenda à Constituição PEC 81/2003. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=118424>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Aviso de Audiência Pública nº 003/2012. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/aap2012003.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRITO, J. Diversificação, competências e coerência produtiva. IN: KUPFER, D.; HASENCLEUER, L. Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Rio de Janeiro: Campus: p. 307-343, 2002.

BRUNDTLAND COMMISSION. World Commission on Environment and Development, Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CARLSSON, B.; JACOBSSON, S. In search of a useful technology policy – general lessons and key issues for policy makers, IN: Carlsson, B. (ED.). *Technological systems and industrial dynamics*, Boston: Kluwer Press, 1997.

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function, and composition of technological systems, *Journal of Evolutionary Economics*, v. 1, n. 2, p. 93-118. 1991.

CARLSSON, B. et al. The analytical approach and methodology, IN: CARLSSON, B. (ED.). *Technological systems in the bioindustries: an international study*. Boston: Kluwer Press, p. 9-33. 2002.

CASTRO, N. J.; LEITE, A. L. S. Crescimento e estruturação das firmas: os conglomerados do setor elétrico brasileiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto2405.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2012.

CASTRO, N. J.; LEITE, A. L. S. Estrutura de governança e a formação de holdings no setor elétrico brasileiro. *Estratégia e Negócios*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2008 Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/EeN/index>. Acesso em: 14 ago. 2012.

CGEE. Nova ferramenta que usa tecnologias digitais e de informação para otimizar e automatizar energia elétrica é tema de estudo do CGEE. Brasília: CGEE, 2012. Disponível em: http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=815&boletim=. Acesso em: 10 ago. 2012.

CHESBROUGH, H. W. Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

CHESSHIRE, J. New policies for energy RD&D and innovation in liberalized markets. *Revue de l'Énergie*, n.508, 1999.

DAVID, M.; GANN, Y. W.; HAWKINS. Do regulations encourage innovation? The case of energy efficiency in housing, *Building research and Information*, v. 25, n. 5, p. 280-296. 1998.

DEFEUILLEY, C.; FURTADO, A. T. Impacts de l'ouverture à la concurrence sur la R&D dans le secteur électrique. *Annals of Public and Cooperative Economics*, v. 71, n. 1, p. 5-28, 2000.

DEVEZAS, T. et al. Energy scenarios: toward a new energy paradigm. *Futures*, v. 40, p. 1-16. 2008.

DOOLEY, J. J. Unintended consequences: energy R&D in a deregulated energy market. *Energy Policy*, v. 26, n. 7, p.547-555, 1998.

DUNN, S. Energia: a era da microgeração. WWI-Worldwatch Institute / UMA-Universidade Livre da Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br/alertas/004.html>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

ELETOBRÁS. Desafios do setor elétrico 2011-2030. IN: Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia, XXI. Eletrobrás, 2011.

ELLIOT, D. Renewable energy and sustainable futures, *Futures*, v. 32, p. 261-274. 2000.

EPE. Balanço Energético Nacional - Relatório Final. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília, p. 1-267. 2011.

EPE. Plano Decenal da Expansão de Energia 2019.

ERBER, F. S., AMARAL, L. U. Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos. In: Schwartzman, S. (Coord.). *Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v. 2, 1995.

EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM FOR THE ELECTRICITY NETWORKS OF THE FUTURE, ESTRATEGIC RESEARCH AGENDA. Disponível em: <<http://www.smartgrids.eu/>>. Acesso em: 09 set. 2012.

FALCÃO, M. D. Smart grid e microrredes: o futuro já é presente. In: Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, 8., Anais... Rio de Janeiro: CIGRE/CEMIGRE, 2009.

FALCÃO, M. D. Integração de tecnologias para viabilização da smart grid. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, 3., 2010, Anais... Belém. [s.n.], 2010.

VINHAES, E. A .S. Estrutura de governança e comportamento estratégico em sistemas elétricos reestruturados: uma abordagem institucional do poder de mercado na indústria de energia elétrica brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Anais... [S.l.]. Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2003.

FERNANDINO J. A. Arquiteturas organizacionais para estruturação da área de P&Dem empresas do setor elétrico brasileiro. 2007. xx f. Tese (Mestrado Profissional) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

FOXON, T. J. et al. UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. *Energy Policy*, v. 33, n. 16, p. 2123-2137, 2005.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment: bussines cycles and investment behavior”, In: DOSI, G. et al (Eds.), *Technical Change and Economic Theory* (IFIAS research series). London: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, C. *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Frances Pinter, 1987.

LIMA, C. A. F.; JANNUZZI, G. M. Planejando o mercado de smart grid: regulamentação e compromissos com o cliente-consumidor, Florianópolis-SC: SNPTEE, 2011. Disponível em: <http://www.xxisnp tee.com.br/site/>. Acesso em: 07 ago. 2012.

FURTADO, A. O sistema setorial de inovação do setor elétrico brasileiro e o CTenerg. Campinas: IPEA, p. 1-57, 2011.

GASTALDO, M. M.; BERGER, P. Perspectivas para o ambiente regulado In: *Direito em energia elétrica*. Atitude Editorial, 2009.

GAUTESEN, K. E.; MIDTTUN, A. Feed in or certificates, competition or complementarity? Combining a static efficiency and a dynamic innovation perspective on the greening of the energy industry. *Energy Police*, v. 35. p. 1419-1422. 2007.

GALBRAITH, J. R. *Designing organizations – an executive briefing on strategy, structure and process*. San Francisco, CA: Jossey Bass, 1995.

GUIMARÃES, S. D. Smart grid é o futuro certo da distribuição de energia elétrica? Atitude Editorial. Ed. 50, 2010. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/58-artigos-e-materias-relacionadas/325-smart-grid-e-o-futuro-certo-da-distribuicao-de-energia-eletrica.html>. Acesso em: 07 jul. 2012.

GUIMARAES, E. A. *Acumulação e Crescimento da Firma*. Rio de Janeiro: Zahar, 1981, 196 p.

HUNT, S.; SHUTTLEWORTH, G. *Competition and choice in electricity*. West Sussex, England: Willey, 1996.

IBGE, Pesquisa de Inovação tecnológica. PINTEC, 2008.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. ENERGY TECHNOLOGY R&D STATISTICS.
Disponível no site: <http://www.iea.org/wds53/wds/eng/main.html>

IPEA. Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel, comunicados IPEA n°152, Brasília, Julho, 2012.

JACOBSSON, S.; A. BERGEK. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and Corporate Change*, v. 13, n. 5, p. 815-849, 2004.

KEMP, R. Environmental regulation and innovation: key issues and questions for research. In: LEONE, F.; HEMMELSKAMP, J. (Eds.). *The impact of EU regulation on innovation of european industry*. IPTS, Seville, p. 12–39. 1998.

KPMG. Pesquisa de fusões e aquisições: 1º trimestre. KPMG Corporate Finance, São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.kpmg.com/BR/PT/Estudos_Analises/artigosepublicacoes/Documents/CF_Fusoes_Aquisicoes/2011/FA_1trim_2011.pdf. Acesso em: 15 set. 2012.

LACERDA, A. C. de, et al. *Tecnologia: estratégia para a competitividade*. São Paulo, Nobel, 2001.

LEAL, M.; BAZUTTI, N. A era dos Smart Grids, *Revista GTD*, n. 40, 2010. Disponível em: http://www.jornaldaenergia.com.br/revista_online.php. Acesso em: 15 set. 2012.

LESTER, RICHARD K.; DAVID M. HART. *Unlocking energy innovation: how America can build a low-cost, low carbon energy system*. Massachusetts Institute of Technology. MIT Press, 2012.

LIEGGIO J. M.; OLIVEIRA L. G; GRANEMANN S. R. Marcos regulatórios e inovação no transporte rodoviário de produtos perigosos: o caso das embalagens vazias de agrotóxicos. *Transportes*, v. 18, n. 3, 2010.

LUNDEVALL, B. A. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter, 1992.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MANDL, C. Valor econômico (SP): infraestrutura atrai novos fundos. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1506. Acesso em: 15 set. 2012.

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Diretrizes estratégicas para o Fundo Setorial de Energia Elétrica. Revista Parcerias Estratégicas, n. 13, 2001. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/CEE/revista/rev13.htm>. Acesso em: 15 set. 2012.

METCALFE, J. S. Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Journal of Economics*, v. 19, p. 25-46. 1995.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. Trajetórias da inovação: mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Editora da Unicamp, Introdução e cap. 1. 2005. (Clássicos da Inovação).

NELSON, R. National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press. 1993.

NELSON, R.; WINTER, S. An evolutionary theory of economic change. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

NEMET, G. Demand pull energy technology police, diffusion and improvements in California Wind Power. In: FOXON, T. J.; KOHLER, J.; OUTGON, C. (Eds.). Innovation for a low carbon economy, economic, institutional and management approaches. [S.l.]: Edwards Elgar Pub, 2009.

NEMET, G. F.; KAMENEN D. M. U.S. energy research and development: declining investment, increasing need, and the feasibility of expansion”, *Energy Policy*, v. 35, p. 746–755, 2007.

OCDE. Relatório sobre a Reforma Regulatória no Brasil. Paris e Brasília: OCDE, 2008.

OECD. The OECD report on regulatory reform: volume 1: sectoral studies. OECD, Paris, 1997.

PASCHALICCHIO, C. A. Perspectiva econômica e modelo de negócio da tecnologia de telecomunicações nas redes de distribuição de energia elétrica no Brasil. 2011. 147 f. Tese (Doutorado) - USP, São Paulo, 2010.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PENROSE, E. The theory of the growth of the firm. Oxford: Oxford University Press, 1959.

PINTO JR., H. Q. et al. Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PIRES, J. C. L. Capacitação, eficiência e abordagens regulatórias contemporâneas no setor energético brasileiro: as experiências da ANEEL e da ANP. Ensaios BNDES 11. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecime nto/ensaio/ensaio11.pdf>. Acesso em: 15 set. 2012.

POMPERMAYER, F. M.; NEGRI, F. de; CAVALCANTE, L. R. (Org.). Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel. Brasília: IPEA, 2011.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives, v. 9, n. 4, p. 97–118, 1995.

POSSAS, M. L. Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial: implicações para o Brasil. In: CASTRO, A. B.; POSSAS, M. L. (Org). Estratégias empresariais para a indústria brasileira: discutindo mudanças. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996.

POSSAS, M. L.; FAGUNDES, J.; PONDÉ, J. L. Defesa da concorrência e regulação na transição de monopólios naturais para estruturas oligopolistas. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro; Brasília: IPEA, 1997.

PROTEC. Monitor do déficit tecnológico: análise conjuntural das relações de troca de bens e serviços intensivos em tecnologia no comércio exterior brasileiro. Rio de Janeiro: PROTEC, 2011. Disponível em: <<http://site.protec.org.br/arquivos/publicacoes/MonitorDoDeficitTecnologicoBalancode2011.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

REIS, V. S. dos. Mudanças institucional e organizacional no setor elétrico brasileiro frente às novas tendências da dinâmica tecnológica. 1997. 378 f. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas, 1997.

ROGGE, K. S.; HOFFMANN, V. H. Impact of the EU ETS on the sectoral innovation system for power generation technologies - Findings for Germany. Energy Policy, v. 38, n. 12, p. 7639-7652. 2010.

SALES, C. J. D.. Agências reguladoras e o Brasil do futuro. O Estado de São Paulo, São Paulo. 09 out. 2010. Diário. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,agencias-reguladoras-e-o-brasil-do-futuro,607223,0.htm>. Acesso em: 11 out. 2012.

SALLES FILHO, S. L. M. et al. Pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de energia elétrica do Brasil: em direção a uma ferramenta de apoio à decisão. In: SEMINÁRIO LATINO-IBERO-AMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA, 12. 2007.

SANTANA, E. A. A incompletude dos contratos, o direito de propriedade e o design de modelos: o caso da indústria de energia elétrica do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 34,. 2006. Anais... Salvador, 2006.

SANTOS, G. F. dos. A evolução da indústria da energia elétrica e a estratégia do grupo Iberdrola no Brasil. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado) - UFBA, Salvador, 2003.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Coleção Os Economistas).

_____. Capitalism, socialism and democracy. 3rd. [S.l.]: Harper Perennial, 1962.

SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.

STIGLER G. J.; FRIEDLAND, C. What can regulators regulate? The case of electricity. The Journal of Law and Economics. v. 5 , n. 1, p. 1-16, 1962.

STIGLITZ, J. E. Incentives, risk, and information: notes towards a theory of hierarchy. The Bell Journal of Economics, v. 6, n. 2, p. 552–579, 1975.

TAVARES, L.; LEAL, M. Subestação Digitalizada. Revista GTD, n, 36, 2009. Disponível em: http://www.jornaldaenergia.com.br/revista_online.php. Acesso em: 19 set. 2012.

TEECE, J. D. Profiting from technological innovation - implications for integration, collaboration, licensing and public-policy. Research Policy, v. 15, n. 6, p. 285–305, 1986.

TIAGO FILHO, G. L. et al. Uma análise do cenário político e regulatório brasileiro das PCHs no biênio. PCH Notícias & SHP News, v. 12, n. 44, 2010.

TOMALSQUIM, M. T. Novo modelo do setor elétrico brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia, p. 290, 2011.

UNRUH, G. C. Understanding carbon lock-in. Energy Police, v. 28, n. 12, p. 817-830. 2000.

_____. Escaping carbon lock-in. Energy Police v. 30, n. 4, p. 317-325. 2002.

UNRUH, G. C.; CARRILLA-HERMOSILLA J. Globalizing carbon lock-in Energy Policy, v. 34, p. 1185-1197. 2006.

UTTERBACK, J. Mastering the dynamics of innovation. Harvard Business School Press, Harvard. 2nd. 1996.

VAN DE VEN, A.; GARUD, R. A Framework for Understanding the Emergence of New Industries, *Research on technological innovation: management and society*, v. 4, p. 195-225, 1989.

VINHAES, E. A .S. Estrutura de governança e comportamento estratégico em sistemas elétricos reestruturados: uma abordagem institucional do poder de mercado na indústria de energia elétrica brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Anais... [S.l.]. Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2003.

VISCUSI, K. W.; MOORE, M. J. Product liability, research and development, and innovation. *Journal of Political Economy*, v. 101, p. 161–184, 1993.

WALZ, R.; SCHLEICH, J.; RAGWITZ, M. How regulation influences innovation: an indicator based approach for the case of renewable energy technologies. In: Globelics Conference, VI. Mexico City, p. 22-24, 2008.

ANEXO I: FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICOS: CARACTERÍSTICAS E INDICADORES

Função	Característica	Indicadores
Geração de conhecimento e difusão	Relaciona-se a como o conhecimento é difundido e, portanto como se dá o processo de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> • N° de projetos de P&D • N° de patentes • N° de artigos acadêmicos • Investimentos em P&D • Curvas de aprendizado • N° de workshops e conferências • Tamanho e intensidade das redes de aprendizado
Influência na direção da busca	Relaciona-se a como as empresas e organizações percebem novas oportunidades empresariais durante a formação da SIT e se inserem no sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Preços do produto (taxas e preços aplicados no setor energético) • Pressões regulatórias (ex: sistemas de quotas) • Objetivos governamentais/industriais relacionados a utilização de uma determinada tecnologia • Exercícios prospectivos que determinam o potencial futuro de crescimento • Articulação dos interesses dos consumidores iniciais
Experimentação empreendedora	Relaciona-se a redução da incerteza inerente ao processo de formação de uma nova SIT através de diversas iniciativas de experimentação empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • N° de novos entrantes • N° de diversificação de atividades dos atores incumbentes • N° de experimentos com as novas tecnologias • Variedade das aplicações das alternativas experimentadas
Formação de mercado	Relaciona-se a políticas de atuação na demanda e proteção de mercados incipientes.	<ul style="list-style-type: none"> • N°, tamanho e tipo do mercado formado • Tempo de formação do mercado • Estrutura de suporte do novo mercado
Mobilização de recursos	Refere-se à mobilização tanto de capital financeiro como formação e capacitação de capital humano.	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de capital e de capital de risco (<i>Venture capital</i>) • Volume e qualidade dos recursos humanos (dados educacionais) • Volume e qualidade dos ativos

		complementares
Legitimação	Refere-se à aceitação e incorporação institucional de novos SITs.	<ul style="list-style-type: none"> • Atitudes relacionadas a tecnologia em relação aos diferentes <i>stakeholders</i> • Surgimento e crescimento de grupos de interesse • Extensão das atividades de lobby • Debates políticos parlamentares e na mídia
Desenvolvimento de externalidades positivas	Refere-se ao desenvolvimento de utilitários gratuitos (ex: bolsa de comercialização de energia) esta função, portanto está também relacionada ao processo de legitimação.	<ul style="list-style-type: none"> • Força da atuação política sobre os atores do SIT • Atividades destinadas a resolução de questões que geram incerteza • Existência e desenvolvimento de uma clara divisão do trabalho • Fluência da informação e do conhecimento.

Fonte: Adaptado, Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008)

ANEXO II: AGENTES ATUANTES NO SEB E SUA ESTRUTURA SOCIETÁRIA

Agentes de Geração	Estrutura societária	Participação (%)	Origem
AES Tietê - Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê	Cia Brasileira de Energia	52,55	EUA
	Centrais Elétricas Brasileiras S.A - Eletrobrás	7,94	BR
	Free Float	39,52	
AES Uruguaiana - Empreendimentos S.A.	Cia Brasileira de Energia	100,00	EUA
Águas da Pedra - Energética Águas da Pedra	Neoenergia	51,00	Espanha
	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A Eletronorte	24,50	BR
	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco CHESF	24,50	BR
Arembepe - Arembepe Energia S.A.	Petrobras	30,00	BR
	Nova Cibe Energia	70,00	BR
Baesa - Energética Barra Grande S.A.	Alcoa Alumínio S.A.	42,18	EUA
	CPFL - Geração de Energia S.A.	25,00	BR
	CBA - Companhia Brasileira de Alumínio (grupo Votorantim)	15,00	BR
	Camargo Corrêa Cimentos S/A	9,00	BR
	DME Energética Ltda	8,82	BR
Baguari I - Baguari I Geração de Energia Elétrica S.A.	Brookfield (antiga Brascan Energética S/A (Besa))	100,00	EUA
Brentech - Brentech Energia S.A.	Petróleo Brasileiro S/A - Petrobrás	30,00	BR
	Enegen Participações S/A	70,00	Israel
Candeias - Candeias Energia S.A.	Global Participações em Energia S.A.	100,00	BR
Candongá - Consórcio Candonga	Alcan Alumínio	50,00	BR
	Vale do Rio Doce	50,00	BR
Canoas CBA - Companhia Brasileira de Alumínio (Canoas I) / Canoas Duke (Canoas II)	Duke Energy International Geração Paranapanema	49,70	EUA
	CBA - Companhia Brasileira de Alumínio (grupo Votorantim)	50,30	BR
CBA - Companhia Brasileira de Alumínio	Grupo Votorantim	100,00	BR
CCBE - Consórcio Capim Branco Energia	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE	46,00	BR
	CEMIG CAPIM BRANCO ENERGIA	20,00	BR
	COMERCIAL E AGRÍCOLA PAINEIRAS (EMPRESA DO GRUPO SUZANO)	17,00	BR
	COMPANHIA MINEIRA DE METAIS	12,00	BR
	CAMARGO CORREIA CIMENTOS	5,00	BR
CCSA - Corumbá Concessões S.A.	Companhia Energética de Brasília - CEB	17,00	BR
	Serveng Civilsan S/A		
	Empresas Associadas de Engenharia		
	C & M Engenharia Ltda		
CDSA - Centrais Elétricas Cachoeira Dourada S.A.	Endesa geração Brasil (Espanhola) (controlada pela ENEL, Italia)	100,00	Italia
CEB - CEB Geração S.A.	Governo Distrito Federal	69,10	BR
	Free Float	30,90	
CEC - Companhia Energética Chapecó	Construtora Queiroz Galvão S/A	59,00	BR
	Construtora Barbosa Mello S/A	41,00	BR
CEEE - Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	CEEE-Participações	65,90	BR
	ELETROBRÁS	32,59	BR
	Municípios	0,92	BR
	CUSTÓDIA BM&F BOVESPA	0,55	BR

	Free Float	0,02	
Celpa - Centrais Elétricas do Para S.A.	Rede energia (QMRA) (DENERGE Desenvolvimento Energético S.A.)	61,37	BR
	Outros	38,63	
Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais	Setor Público	23,31	BR
	Estado de Minas Gerais	22,27	BR
	MGI Minas Gerais Participações	1,00	BR
	MGS Minas Gerais Adm e serviços SA	0,03	BR
	Municípios	0,01	BR
	Setor Privado	76,61	
	AGC Energia S/A	14,41	BR
	Demais Acionistas	35,17	
	ADR's	27,04	
	Ações em Tesouraria	0,04	BR
	Ações ao portador	0,03	BR
CEP - Companhia Energética Potiguar	Global Participações em Energia S.A.	100,00	BR
Ceran - Companhia Energética Rio das Antas	CPFL - Geração de Energia S.A.	65,00	BR
	Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT	30,00	BR
	Desenvix S.A. (Holding Jackson Participações Ltda)	5,00	BR
Cesap - Consórcio Empresarial Salto Pilão	Grupo Votorantim	60,00	BR
	DME Energética	20,00	BR
	Companhia de Geração Energia Pilão	20,00	BR
CESC - Companhia Energética Santa Clara	Grupo Queiroz Galvão	100,00	BR
CESP - Companhia Energética de São Paulo	FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO	35,98	BR
	CIA. DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO - METRÔ	0,41	BR
	CIA. PAULISTA DE PARCERIAS - CPP	4,21	BR
	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	3,65	Espanha
	CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS-ELETROBRÁS	2,05	BR
	HSBC BANK PLC LONDON	8,64	Inglaterra
	UBS AG, LONDON BRANCH	7,67	Inglaterra
	OUTROS	37,39	
CESS - Companhia Energética São Salvador	Tractebel energia S.A.	100,00	Espanha
Ceste - Consórcio Estreito Energia	GDF Suez/Tractebel Energia	40,07	França / Espanha
	Companhia Vale do Rio Doce	30,00	BR
	Alcoa Alumínio S/A	25,49	EUA
	Camargo Corrêa Energia	4,44	BR
CGTEE - Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica	ELETROBRÁS	99,96	BR
	Free Float	0,04	
Chesf - Companhia Hidroelétrica do São Francisco	ELETROBRÁS	99,55	BR
	OUTROS	0,45	
Cia Energética de Petrolina - Cia Energética de Petrolina	Coimex Empreendimentos e participações LTDA	35,00	BR
	Comvix Trading S.A.	25,00	BR
	Vale do lobo Participações	20,00	BR
	Caraiva Participações LTDA	20,00	BR
Consórcio Guilman-Amorin - Consórcio UHE Guilman Amorim	Arcelor Mittal (Antiga Belgo Mineira)		Índia
	SAMARCO MINERAÇÃO S.A.		BR

Consórcio Cemig-CEB - Consórcio Cemig-CEB	CEMIG	82,50	BR
	Companhia Energética de Brasília	17,50	BR
Consórcio Paraíba - Consórcio Paraíba	Paraíba Energia - MG	1,00	BR
	Paraíba de Metais - MG	99,00	BR
Copel	Estado do Paraná	31,1	BR
	BNDESPAR	24	BR
	Eletrobras	0,6	BR
	Custódia da Bolsa	44,1	BR
	BM&FBOVESPA	28,2	BR
	NYSE	15,9	EUA
	LATIBEX	-	
	Outros	0,2	
Cosan-Costa Pinto - Cosan S.A. Bioenergia Filial Costa Pinto	Cosan Limited	60,80	BR
	CSAN3 Novo mercado	39,20	BR
Cosan-Rafard - Cosan S.A. Bioenergia UTE Usina Rafard	Cosan Limited	60,80	BR
	CSAN3 Novo mercado	39,20	BR
CPFL - CPFL Geração de Energia S.A.	VBC energia (grupo Camargo Correa)	25,70	BR
	Previ (BB Carteira livre)	31,00	BR
	Energia São Paulo FIP / Bonaire Participações S.A. / Cesp - Funcesp, Fundação Petrobras de Seguridade Social - Petros, Fundação Sistel de Seguridade Social - Sistel	12,60	BR
	FreeFloat	30,70	
CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão	ArcelorMittal	100,00	India
DFESA - Dona Francisca Energética S.A.	Dona Francisca Energética S.A. - DFESA (Gerdau)	90,00	BR
	Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEE	10,00	BR
Duke - Duke Energy International Geração Parapanema	Duke Energy	100,00	EUA
Elejor - Centrais Elétricas do Rio Jordão S.A.	Companhia Paranaense de Energia – Copel	70,00	BR
	Paineira Participações e Empreendimentos Ltda.	30,00	BR
Eletrogóes - Eletrogóes S.A.			BR
Eletronorte - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A	Holding ELETROBRÁS	100,00	BR
Eletronuclear - Eletrobrás Termonuclear S.A.	Holding ELETROBRÁS	100,00	BR
EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.	FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO	38,99	BR
	Cia Metropolitan de SP - Metro	0,94	BR
	ALTOCAPITAL AJAX FUNDO DE INVEST AÇÕES (BNY Mellon)	5,36	EUA
	CENTRAIS EL. BRAS. S.A. - ELETROBRÁS	39,01	BR
	Leonardo Izecksohn	2,82	BR
	Fanny Berta Izecksohn	1,73	BR
	Fundo Mutuo INV Ações cart livre MISTYQUE	1,60	
	Eletropar - Eletrobrás participações S.A.	1,41	BR
	Eduardo Augusto Ribeiro Magalhães	1,35	BR
Enerbrasil - Energia Renováveis do Brasil Ltda	Enerbrasil - Energia Renováveis do Brasil Ltda (Grupo Iberdrola)	100,00	Espanha
Enercan - Campos Novos Energia S.A.	CPFL - Geração de Energia S.A.	48,72	BR
	CBA - Companhia Brasileira de Alumínio	24,72	BR
	Votorantim metais	20,03	BR
	CEEE Geração e Transmissão	6,51	BR
Energest - Energest S.A.	Grupo Energias do Brasil	100,00	BR

Enerpeixe - Consórcio Enerpeixe	EDP Energias do Brasil S.A	60,00	Portugal
	Eletrobrás Furnas	40,00	BR
EOL Sete Gameleiras	Chesf	49,00	BR
	Brennand Energia S.A.	50,90	BR
	Brennand Energia eólica	0,10	BR
EOL São Pedro do Lago	Chesf	49,00	BR
	Brennand Energia S.A.	50,90	BR
	Brennand Energia eólica	0,10	BR
EOL Pedra Branca	Chesf	49,00	BR
	Brennand Energia S.A.	50,90	BR
	Brennand Energia eólica	0,10	BR
Epesa - Centrais Elétricas de Pernambuco S.A.	EBRASIL S.A	100,00	BR
Espora - Espora Energética Ltda.	Fuad Rassi Engenharia, Indústria e Comércio Ltda	19,99	BR
	Planex Engenharia Ltda	9,99	BR
	J. Malucelli Energia S/A	34,98	BR
	Construtora Metropolitana S/A	34,99	BR
	Outros	0,04	
Foz do Chapecó - Foz do Chapecó Energia S.A.	CPFL Geração	51,00	BR
	Furnas Centrais Elétricas	40,00	BR
	CEEE-GT - Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	9,00	BR
Foz do Rio Claro - Foz do Rio Claro Energia S.A.	holdings Alusa Participações S/A (Alupar)	99,70	BR
	FreFloat	0,03	BR
Funil - Consórcio Funil	Vale do Rio Doce	51,00	BR
	Cemig	49,00	BR
Furnas - Furnas Centrais Elétricas S.A.	Eletrobrás	99,54	BR
Geasf - Consórcio Serra do Facão	ALCOA ALUMÍNIO SA	34,97	BR
	DME ENERGÉTICA LTDA	10,09	BR
	CAMARGO CORRÊA ENERGIA S.A.	5,47	BR
	FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS SA	49,47	BR
Geração CIII - Geração CIII S.A.	Grupo Neoenergia (controlada pelo grupo Iberdrola)	100,00	Espanha
Geranorte - Geradora de Energia do Norte S.A	Equatorial Energia S.A holding	25,00	BR
	Fundo de Investimentos em participações Brasil Energia	25,00	BR
	GNP S.A.	50,00	BR
Gerdau-Barra dos Coqueiros - Gerdau Aços Longos S.A. Barra dos Coqueiros	Gerdau S.A.	94,00	BR
Igarapava - Consórcio Igarapava	Vale	38,14	BR
	Votorantim metais	23,93	BR
	Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	17,92	BR
	Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG)	14,5	BR
	Anglogold / Mineração Morro Velho (MMV)	5,50	Africa do Sul
Ijuí - Ijuí Energia S.A.	Grupo Alupar investimento	100,00	BR
Investco Lajeado - Investco S.A. (Lajeado)	EDP Lajeado Energia S.A.	73,00	BR
	CEB Lajeado Energia S.A.	20,00	BR
	Paulista Lajeado Energia S.A. (CPFL)	7,00	BR
Itá - Itá Energética S.A.	Tractebel energia S.A. (GDF Suez)	48,75	FR
	Cia. Siderurgica Nacional-CSN	48,75	BR
	Cia. De cimento Itambé	2,50	BR

Itaipú - Itaipu Binacional	Eletrobrás	50,00	BR
	Administración Nacional de Electricidad (Ande)	50,00	Paraguai
Itapebi - Itapebi Geração de Energia S.A.	Neoenergia	42,00	Espanha
	Grupo Iberdrola	22,60	Espanha
	Banco do Brasil Investimentos	19,00	BR
	521 Participações (Bb Carteira Livre I - Fundo de Investimento em Ações)	16,40	BR
Itiquira - Itiquira Energética S.A.	Tolsi Acquisition B.V	99,37	Holanda
	Cesp	0,63	BR
Jauru - Consórcio Jauru	Eletronorte	49,00	BR
	Alupar Investimentos S/A	31,00	BR
	Bimetal Indústria Metalúrgica Ltda	15,00	BR
	CTEEP	5,00	BR
Light - Light Energia S.A.	Light S.A. Holding (Consórcio RME 51,32%, BNDESPAR 31,44%, EDFI 6,82, Minoritários 7,57)	100,00	BR
Louis Dreyfus Bioenergia - LCD Bioenergia S.A.	Louis Dreyfus Commodities	100,00	França
Monel - Monel Monjolinho Energética Ltda.	Desenvix S.A. (Holding Jackson Participações Ltda)	100,00	BR
MPX - MPX Energia S.A.	Eike Batista e Management	74,19	BR
	Free Float	25,81	BR
Norte Fluminense - Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A.	Grupo EDF	90,00	França
	Petrobrás	10,00	BR
Petrobrás - Petróleo Brasileiro S.A.	Governo Brasileiro (BNDES, BNDESPAR, Fundo soberano, Cx Econômica Federal)	48,00	BR
	Acionistas estrangeiros	32,00	
	Acionistas Brasileiros (não governamentais)	20,00	BR
PIE-RP Termelétrica - PIE-RP Termelétrica S.A.	Grupo Orteng	25,00	BR
Porto Estrela - Consórcio Porto Estrela Ltda.	CEMIG	33,33	BR
	Coteminas	33,33	BR
	Vale	33,33	BR
RBE - Retiro Baixo Energética S.A.	Grupo Orteng	25,50	BR
	Furnas Centrais Elétricas S.A.	49,00	BR
	Logos Engenharia S.A.	15,50	BR
	Arcadis Logos Energia S.A. – Alen	10,00	BR
Rio Claro - Rio Claro Agroindustrial S.A.	ETH Bioenergia (Grupo Odebrecht S.A)	80,00	BR
	Grupo Mendo Sampaio	20,00	BR
Rio Verde - Rio Verde Energia S.A	Triunfo Participações e Investimentos S.A.	100,00	BR
Rosal - Rosal Energia S.A.	CEMIG	100,00	BR
Sobragi - Companhia Paraibuna de Metais			
Tangará-Guaporé - Tangará Energia S.A Guaporé	Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS	38,33	BR
	Caiuá - Serviços de Eletricidade S.A. (Rede energia)	61,67	BR
Termo Pernambuco - Termo Pernambuco Ltda.	Grupo Neoenergia (controlada pelo grupo Iberdrola)	100,00	Espanha
Termoaçu - Termoaçu S.A.	Grupo Neoenergia (controlada pelo grupo Iberdrola)	23,13	Espanha
	Petrobrás	76,87	BR
Termo Norte - Termo Norte Energia Ltda.	Termogás (controlada pela CS participações)	69,99	BR
	PB participações	29,99	BR

	CS participações	0,20	BR
Tevisa - Termelétrica Viana S.A.	Fundo de Investimentos em Participações Brasil Energia (BTG Pactual)	80,01	BR
		19,99	
ThyssenKrupp - ThyssenKrupp CSA Siderurgica do Atlântico	ThyssenKrupp	73,13	Alemanha
	Companhia Vale do Rio Doce	26,87	BR
Tractebel - Tractebel Energia Suez S.A	GDF SUEZ Energy Latin America Part. Ltda.	68,71	França
	Banco Clássico S.A.	10,00	BR
	Outros	21,29	
UEG Araucária - UEG. Araucária Ltda.	Petrobras	20,00	BR
	Copel	80,00	BR
Usina Xavantes - Usina Xavantes S.A.	Duke energy	100,00	EUA
UTE Anápolis - Usina Termelétrica de Anápolis Ltda.	Engebra - Empresa de Energia do Brasil Ltda	99,99	BR
	José Alves Neto	0,01	BR
Ventos do Sul - Ventos do Sul Energia S.A.	Enerfin Enervento	91,00	Espanha
	Wobben Windpower (Enercon)	9,00	Alemanha
Votorantim-C - Votorantim Cimentos Ltda.	Grupo Votorantim	100,00	BR

Agentes de Transmissão	Estrutura societária	Participação(%)	Origem
Aete - Amazônia-Eletronorte Transmissora de Energia S.A.	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. – Eletronorte	49	BR
	Bimetal Indústria e Comércio de Produtos Metalúrgicos Ltda	24,5	BR
	Linear Participações e Incorporações Ltda	13,25	BR
	Alubar Cabos S/A	13,25	BR
Afluente - Afluente Geração e Transmissão de Energia S.A.	Neoenergia	100	Espanha
Artemis - Artemis Transmissora de Energia S.A.	Cymi Holding S.A.	51	Espanha
	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.	49	BR
ATE - ATE Transmissora de Energia S.A. / ATE II - ATE II Transmissora de Energia S.A. / ATE III - ATE III Transmissora de Energia S.A. / ATE IV - ATE VII Foz do Iguaçu Transmissora de Energia S.A.	Abengoa Brasil	50	Espanha
	Taesa (CEMIG)	50	BR
Brasnorte - Brasnorte Transmissora de Energia S.A.	Taesa (CEMIG)	38,67	BR
	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. Eletronorte	49,71	BR
	Bimetal Indústria Metalúrgica Ltda	11,62	BR
CEEE - Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	CEEE-Participações	65,90	BR
	ELETROBRÁS	32,59	BR
	Municípios	0,92	BR
	CUSTÓDIA BM&F BOVESPA	0,55	BR
	Free Float	0,02	
Chesf - Companhia Hidroelétrica do São Francisco	ELETROBRÁS	99,55	BR
	Outros	0,45	
CNTE - Campos Novos	Abengoa Brasil		Espanha

Transmissora de Energia S.A			
Copel	Estado do Paraná	31,1	BR
	BNDENPAR	24	BR
	Eletrobras	0,6	BR
	Custódia da Bolsa	44,1	BR
	BM&FBOVESPA	28,2	BR
	NYSE	15,9	EUA
	LATIBEX	-	
	Outros	0,2	
Eletrosul - Centrais Elétricas S.A.	Holding ELETROBRÁS	100,00	BR
ENTE - Empresa Norte de Transmissão de Energia S.A.	TBE - Transmissoras Brasileiras de energia (Grupo Alupar)	50,01	BR
	Cemig	49,98	BR
ERTE - Empresa Regional Transmissão de Energia S.A.	TBE - Transmissoras Brasileiras de energia (Grupo Alupar)	50,01	BR
	Cemig	49,98	BR
ETAU - Empresa de Transmissão do Alto Uruguai S.A.	Taesa (CEMIG)	52,58	BR
	Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (Eletrosul)	27,42	BR
	DME Energética Ltda	10	BR
	Companhia Estadual de Energia Elétrica S.A.	10	BR
ETEO - Empresa de Transmissão de Energia do Oeste Ltda.	Taesa (CEMIG)	100	BR
ETEP - Empresa Paraense de Transmissão de Energia S.A.	TBE - Transmissoras Brasileiras de energia (Grupo Alupar)	50,01	BR
	Cemig	49,98	BR
ETES - Empresa de Transmissão do Espírito Santo S.A.			
Expansion - Expansion Transmissão de Energia S.A.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
Furnas -Furnas Centrais Elétricas S.A.	ELETROBRÁS	99,54	BR
	Outros	0,46	
Gtesa - Goiana Transmissora de Energia S.A.	Transmissora Sudeste Nordeste S.A. - TSN (Terna participações S.A. / Terna S.p.A.)	100	Italia
IE Pinheiros - Interligação Elétrica Pinheiros S.A.	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	99,99	BR
	Jorge Rodriguez Ortiz	0,01	
IE Sul - Interligação Elétrica Sul S.A.	CTEEP (Interconexion Electrica S.A)	40	Colombia
IEMG - Interligação Elétrica de Minas Gerais	CTEEP (Interconexion Electrica S.A)	100	Colombia
IENNE - Interligação Elétrica Norte e Nordeste S.A.	CTEEP (Interconexion Electrica S.A)	25	Colombia
Intesa - Integração Transmissora de Energia S.A.	Chesf	12	BR
	Eletronorte	37	BR
	Abengoa Brasil	50,5	Espanha
Itumbiara - Itumbiara Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR

JTE - Jauru Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
Light - Light Energia S.A.	Light S.A. Holding (Consórcio RME 51,32%, BNDESPAR 31,44%, EDFI 6,82, Minoritários 7,57)	100,00	BR
Londrina - Londrina Transmissora de Energia S.A.	Abengoa Brasil		Espanha
Lumitrans - Lumitrans Companhia Transmissora de Energia Elétrica	Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S.A. (Controlada pela Alupar)	80	BR
	Alupar	20	BR
Macapá - Linhas de Macapá Transmissora de Energia Ltda.	Isolux Energia e Participações	99,99	Luxemburgo
	Isolux Ingenieria S.A	0,01	Luxemburgo
Manaus - Manaus Transmissora de Energia S.A.	S.A	19,5	BR
	Eletronorte	30	BR
	Abengoa Brasil	50,5	Espanha
NovaTrans - NovaTrans / Enelpower do Brasil Ltda	Terna participações S.A. / Terna S.p.A.	100	Italia
NTE - Nordeste Transmissora de Energia S.A.	Taesa (CEMIG)	100	BR
Paraíso-Açu - Paraíso-Açu Transmissora de Energia S.A.	Transmissora Sudeste Nordeste S.A. - TSN (Terna participações S.A. / Terna S.p.A.)	100	Italia
PCTE - Poços de Caldas Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
Pedras - Pedras Transmissora de Energia Ltda.			
PPTE - Porto Primavera Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
RPTE - Ribeirão Preto Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
RS Energia - Empresa de Transmissão de Energia do Rio Grande do Sul S.A.	Eletrosul S.A.	49	BR
	Engevix Engenharia S.A.	10	BR
	Schahin Engenharia S. A.	41	BR
São Mateus - Transmissora de Energia S.A.	Abengoa Brasil	100	Espanha
SC Energia - Empresa de Transmissão de Energia de Santa Catarina S.A.	Eletrosul	100	BR
SMTE - Serra da Mesa Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
SPTE - Serra Paracatu Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR
STC - Sistema de Transmissão Catarinense	Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S.A. (Controlada pela Alupar)	80	BR

S.A.	Alupar	20	BR
STE - Sul Transmissora de Energia Ltda.	Cymi Holding S.A.	49,8	Espanha
	Abengoa Brasil	50,1	Espanha
	Cymi do Brasil Projetos e Serviços Ltda	0,1	Espanha
STN - Sistema de Transmissão Nordeste	Chesf	49	BR
	Alupar	51	BR
TPAE - Transmissora Porto Alegreense de Energia Ltda.	CEEE / Procable	100	BR
Transirapé - Companhia Transirapé de Transmissão	Transminas (Grupo Alupar)	40,99	BR
	Grupo Orteng	10	BR
	Cemig	24,5	BR
	Furnas	24,5	BR
Transleste - Companhia Transleste de Transmissão	Transminas (Grupo Alupar)	40,99	BR
	Grupo Orteng	10	BR
	Cemig	25	BR
	Furnas	24	BR
Transudeste - Companhia Transudeste de Transmissão	Transminas (Grupo Alupar)	40,99	BR
	Grupo Orteng	10	BR
	Cemig	24	BR
	Furnas	25	BR
TSN - Transmissora Sudeste Nordeste S.A.	Taesa (CEMIG)	100	BR
Uirapuru - Uirapuru Transmissora de Energia	Cymi Holding	51	Espanha
	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.	49	BR
VCTE - Vila do Conde Transmissora de Energia Ltda.	PLENA TRANSMISSORA	100	BR

Agentes de Distribuição	Estrutura societária	Participação (%)	Origem	Pais de origem do capital controlador
AES Sul - AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.	AES Corp	99,70	EUA	EUA
	Outros	0,30		
Ampla - Ampla Energia e Serviços S.A.	Endesa	91,93	Italia	Italia
	Endesa Brasil S.A.	46,89	Brasil	
	Chilectra Inversud S.A.	21,02	Chile	
	Enersis S.A. Agência Ilhas Cayman	13,68	Ilhas Cayman	
	Chilectra S.A. Agência Ilhas Cayman	10,34	Ilhas Cayman	
	EDP – Energias de Portugal	7,70	Portugal	
	Outros	0,37		
Caiuá - Caiuá Serviços de Eletricidade S.A.	Rede energia	100,00	Brasil	BR
Ceal - Companhia Energética de Alagoas	Eletróbrás	100,00	Brasil	BR
CEB - CEB Distribuição S.A.	HOLDING - COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA - CEB.	100,00	Brasil	BR
	Governo do Distrito Federal	69,10	Brasil	
	Mercado	30,90		
CEEE - Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	CEEE-Participações	65,92	BR	BR
	ELETRÓBRÁS	32,59	BR	
	Municípios	0,92	BR	
	CUSTÓDIA BM&F BOVESPA	0,55	BR	
	Free Float	0,02		
Celesc - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	Estado de Santa Catarina	20,20	BR	BR
	CX PREV. BANCO DO BRASIL - PREVI	14,46	BR	
	Fundação Selesc Seg Social	3,42	BR	
	Geração Futuro - Fundos Adm	11,07	BR	
	Eletróbrás	10,75	BR	
	Tarpon investimentos - Fundos Adm	13,43	BR	
	Poland FIA	6,92		
	Outros	19,75		
Celg - CELG Distribuidora S.A.	Governo de Goiás	99,70	BR	BR
	Eletróbrás	0,07	BR	
	Outros	0,22		
Celpa - Centrais Elétricas do Para S.A.	Rede energia (QMRA)	61,37	BR	BR
	Outros	38,63		
Celpe - Companhia	Grupo Neoenergia	89,95	Espanha	Espanha

Energética de Pernambuco	S.A.			
	Opportunity	4,62		
	Eletrobrás	1,56	BR	
	Outros	4,17		
Celtins - Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins	Rede energia (DENERGE Desenvolvimento Energético S.A.)	50,86	BR	BR
	Estado de Tocantins	49,14	BR	
Cemar - Companhia Energética do Maranhão	Equatorial energia Holdings	65,70	BR	BR
	Eletrobrás	33,67	BR	
	Outros	1,26		
Cemat - Centrais Elétricas Matogrossense S.A.	Rede energia	39,92	BR	BR
	Inepar S.A.- Indústria e Construções	16,09	BR	
	Outros			
Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais	Setor Público	23,31	BR	BR
	Estado de Minas Gerais	22,27	BR	
	MGI Minas Gerais Participações	1,00	BR	
	MGS Minas Gerais Adm e serviços SA	0,03	BR	
	Municípios	0,01	BR	
	Setor Privado	76,61		
	AGC Energia S/A	14,41	BR	
	Demais Acionistas	35,17		
	ADR's	27,04		
	Ações em Tesouraria	0,04	BR	
Ações ao portador	0,03	BR		
Cepisa - Companhia Energética do Piauí	Eletrobrás	100,00	BR	BR
Ceron - Distribuição Rondonia	Eletrobrás	100,00	BR	BR
Chesf - Companhia Hidroelétrica do São Francisco	ELETROBRÁS	99,55	BR	BR
	OUTROS	0,45		
CLFSC - Companhia Luz e Força Santa Cruz	CPFL energia	99,99	BR	BR
Coelba - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	Neoenergia	87,80	Espanha	Espanha
	Iberdrola	8,50	Espanha	
	Previ	2,30	BR	
	Outros	1,40		
Coelce - Companhia Energética do Ceará	Invest Luz (Endesa)	56,60	Italia	Endesa é controlada pela ENEL italiana
	Free Float	41,10		
	Endesa Brasil S.A.	2,30	Italia	
Copel	Estado do Paraná	31,00	BR	BR
	BNDESPAR	24,00	BR	
	Eletrobras	0,60	BR	
	Custódia da Bolsa	44,10	BR	
	BM&FBOVESPA	28,20	BR	
	NYSE	15,90	EUA	

	LATIBEX	–		
	Outros	0,20		
Cosern - Companhia Energética do Rio Grande do Norte	Grupo Neoenergia S.A.	84,40	Espanha	Espanha
	Iberener	7,01		
	Uptick Participações S.A.	5,82		
	Previ	1,54	BR	
	Outros	1,18		
CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz	VBC energia (grupo Camargo Correa)	25,70	BR	BR
	Previ (BB Carteira livre)	31,00	BR	
	Energia São Paulo FIP / Bonaire Participações S.A. / Cesp - Funcesp, Fundação Petrobras de Seguridade Social - Petros, Fundação Sistel de Seguridade Social - Sistel	12,60	BR	
	Free Float	31,70		
EDP Bandeirante	EDP – Energias de Portugal	100,00	Portugal	Portugal
EEB - Empresa Elétrica Bragantina	Redeenergia	91,45	BR	BR
	Outros			
EEVP - Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema S.A.	Rede energia (DENERGE Desenvolvimento Energético S.A.)	100,00	BR	BR
Elektro - Elektro Eletricidade e Serviços S.A.	Iberdrola energia do Brasil LTDA	34,45	Espanha	Ilhas Cayman
	EPC Empresa Paranaense Comercializadora (Controladora final Ashmore Energy International)	65,23	Ilhas Cayman	
	Outros	0,32		
Eletroacre - Companhia de Eletricidade do Acre	Eletrobrás	93,29	BR	BR
	Outros	6,71		
Eletronorte - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	Eletrobrás	99,41	BR	BR
	Outros	0,59		
Energisa Borborema - Energisa Borborema (PB)	Grupo Energisa	100,00	BR	BR
Energisa MG - Energisa Minas Gerais / Energisa Paraíba - Energisa Paraíba / Energisa Sergipe -	Fundo de Invest. Part. da Serra (FIP da Serra)	53,00	BR	BR
	Gipar S/A	31,80	BR	
	Eletrobrás	3,00	BR	
	Itacatu S/A	2,80	BR	

Energisa Sergipe	BNDES Participações S/A - BNDESPAR	0,60	BR	
	Ações em Tesouraria	2,00		
	Outros Acionistas	6,80		
Enersul - Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S.A.	Rede energia (DENERGE Desenvolvimento Energético S.A.)	60,16	BR	BR
	Redepower	39,77	BR	
	Outros	0,07		
Escelsa - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.	Grupo EDP	100,00	Portugal	Portugal
Light - Light Serviços de Eletricidade S.A.	Light S.A. Holding (Consórcio RME 51,32%, BNDESPAR 31,44%, EDFI 6,82, Minoritários 7,57)	100,00	BR	BR
Metropolitana Elma - Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A.	AES ELPA	31,00	EUA	BR
	União Federal	8,00	BR	
	Cia Brasileira de energia	4,40	EUA	
	BNDES	0,40	BR	
	Outros	56,20		
RGE - Rio Grande Energia S.A.	CPFL energia	100,00	BR	BR

ANEXO III. PRINCIPAIS INCENTIVOS AUFERIDOS PARA A INSTALAÇÃO DE GD QUE UTILIZEM FONTES HÍDRICAS, SOLAR, BIOMASSA OU COGERAÇÃO (DECRETO Nº 5.163, DE 2004).

- Desconto mínimo de 50% na tarifa de uso do sistema de distribuição, aplicável na produção e no consumo;
- Possibilidade de venda de energia para consumidores livres e especiais;
- As PCH e CGH estão dispensadas de pagar compensação financeira aos municípios atingidos pelo reservatório da usina;
- As PCH e CGH podem aderir ao Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), para redução dos riscos hidrológicos dentro do sistema interligado;
- Isenção de pagamento anual de 1% da sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico;
- Possibilidade de vender energia nos leilões específicos para fontes alternativas promovidos pelo MME e organizados pela ANEEL;
- Possibilidade de vender energia diretamente à distribuidora por meio de Chamada Pública;
- Venda de energia dentro da cota, preços e condições de financiamentos estabelecidos no PROINFA;
- As centrais geradoras com registro possuem procedimento de acesso simplificado, necessitando apenas das etapas de solicitação e parecer de acesso, o que agiliza o processo. (ANEEL, 2010 E).

ANEXO IV. ATORES INSTITUCIONAIS RESPONSÁVEIS PELA REGULAÇÃO E COORDENAÇÃO DO SEB

Órgãos governamentais				
Atores institucionais	Marco regulatório atual	Papel Institucional no Setor Elétrico Brasileiro	Atribuições	Observações
Ministério de Minas e Energia (MME)	Lei nº 10.683/2003	Poder Concedente / Planejamento e garantia do suprimento	Exercício das funções do Poder concedente no setor elétrico tendo como atribuições o exercício das competências relacionadas aos serviços de energia elétrica	No novo modelo do setor elétrico buscou-se a separação entre as atividades do governo e atividades regulatórias e o MME foi dotado de novas competências próprias do poder concedente e de funções políticas e de planejamento como, por exemplo: estabelecimento de diretrizes para os leilões de energia elétrica, celebração dos contratos de concessão e a definição das garantias físicas dos empreendimentos.
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética	Lei nº. 9.478, de 06 de agosto de 1997 / Lei nº 10.848/2004	Políticas e diretrizes	Proposição de políticas e diretrizes relacionadas ao setor energético brasileiro. Cabe ao CNPE indicar medidas específicas destinadas a promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos.	A Lei nº 10.848/2004 atribuiu uma competência específica para o Conselho com a prerrogativa de propor critérios de garantia de suprimentos que assegurem o equilíbrio entre confiabilidade de fornecimento e modicidade de tarifas e preços. Trata-se da sugestão de se adotarem as medidas necessárias para garantir o atendimento à demanda nacional de energia elétrica e a possibilidade de indicar empreendimentos estruturantes, que tenham prioridade de licitação por seu caráter estratégico e de interesse público. No exercício dessa competência que os empreendimentos de Santo Antonio (2007), Jirau (2008) e Belo Monte (2009) foram indicados como prioritários para licitação e implantação.
CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	Lei 10.848, de 2004	Monitoramento do suprimento eletro energético	Possui a função de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a	Quando o CMSE identifica uma situação de risco de abastecimento em qualquer setor deve elaborar propostas de ajustes de ações preventivas ou saneadoras com vistas a manter a segurança do abastecimento e do sistema eletro energético. Quando necessário essas propostas devem ser

			segurança do suprimento eletro energético em todo o território nacional.	encaminhadas ao CNPE.
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica	Decreto nº. 2.33516, de 6 de Outubro de 1997	Órgão regulador	Responsável pela regulação das atividades do setor elétrico. Implica na regulamentação de aspectos específicos relacionados ao funcionamento do setor, a fiscalização das atividades realizadas pelos agentes e a mediação e solução de eventuais conflitos.	<p>A desestatização realizada a partir da década de 90 demandou para alguns setores com características de monopólio natural a necessidade de criação de entidades reguladoras dotadas de autonomia política e técnica, com o objetivo de coordenar, regular e fiscalizar os serviços prestados, mediante autorizações, permissões e concessões.</p> <p>O Decreto nº. 2.33516, de 6 de Outubro de 1997, constituiu a estrutura regimental da ANEEL na forma de autarquia especial, com personalidade jurídica de direito público e autonomia patrimonial, administrativa e financeira, vinculada ao MME e prazo de duração indeterminado⁵⁷. A administração da ANEEL é objeto de contrato de gestão firmado entre a Diretoria da Autarquia e o MME⁵⁸. O contrato de gestão é um instrumento de controle da atuação administrativa da autarquia e da avaliação de seu desempenho. Assim, a avaliação do desempenho das metas propostas no contrato de gestão faz parte da Prestação de Contas Anual da ANEEL (PCA).</p>

⁵⁷ Lei nº 9.427/1996 e Decreto nº. 2.33516, de 6 de outubro de 1997.

⁵⁸ Art. 7º da Lei nº. 9.427/1996 e do art. 20 do Anexo I do Decreto nº. 2.335/1997, em conformidade com o § 8º do art. 37 da Constituição Federal de 1988.

Superintendências da ANEEL relacionadas à estrutura de mercado e a P,D & I no SEB.

Superintendência	Objetivos/Atribuições
<p>Fiscalização Econômica e Financeira (SFF)</p>	<p>Preservar o equilíbrio econômico e financeiro das concessões, objetivando a modicidade das tarifas. Especificamente, refere-se ao exercício da fiscalização <i>in loco</i> para verificar se os procedimentos adotados pelos agentes são condizentes com o que expressa os contratos de concessões, regulamentos e a legislação, bem como para validar dados e informações a fim de subsidiar os processos decisórios da ANEEL, em especial os referentes às revisões tarifárias.</p> <p>Atribuições específicas: Transferência de Controle Societário; Oferecimento de bens e direitos em garantia; Contratação com partes relacionadas; Desvinculação de bens vinculados à prestação de serviço público de energia elétrica; Alterações de Atos Constitutivos e Transferência de concessões. (ANEEL, 2011)</p>
<p>Fiscalização dos Serviços de Geração (SFG)</p>	<p>Acompanhamento da expansão de oferta da geração de energia elétrica.</p> <p>Atribuições específicas: fiscalização da produção de energia elétrica, do andamento das obras de novas usinas a serem inseridas no parque gerador nacional, bem como de encargos e programas governamentais, das obrigações contratuais e agentes especiais do setor. Estas atividades contam com o auxílio de agências reguladoras estaduais conveniadas e consultorias especializadas.⁵⁹</p>
<p>Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE)</p>	<p>Criada em 2007 trata-se de uma unidade organizacional com a atribuição específica de regulamentar e acompanhar a implementação dos programas de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da ANEEL contribui para a maior qualidade na gestão e eficácia nos resultados dos programas.</p>
<p>Fiscalização dos Serviços de Eletricidade (SFE)</p>	<p>Fiscalização das empresas de distribuição e transmissão de energia quanto ao cumprimento dos contratos de concessão, dos regulamentos técnicos e comerciais estabelecidos com a ANEEL. São fiscalizados também pela SFE, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e os novos agentes de transmissão detentores de concessão, permissão ou</p>

⁵⁹Atualmente, 12 agências reguladoras estaduais mantêm convênio com a ANEEL das quais duas atuam como agências-piloto do novo modelo: a Agência Reguladora de Serviços Públicos do Rio Grande do Sul (AGERGS) e a Agência Reguladora do Ceará (ARCE). A execução do convênio é suportada por recursos advindos de parte da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE) e pela contrapartida de recursos da agência conveniada.

	autorização para a construção e operação de ativos da rede básica. A SFE inspeciona os diversos aspectos da qualidade do produto – energia elétrica – e a qualidade do serviço prestado aos consumidores (ANEEL, 2011).
--	---

Fonte: ANEEL, 2011.

Atividades especiais (EPE, ONS, CCEE)				As atividades consideradas especiais são aquelas desempenhadas por diversas pessoas jurídicas de direito privado “atípicas”, ou seja, que desempenham funções de interesse público tais como: o planejamento e a operacionalização do sistema elétrico ou a operacionalização da comercialização de energia.
Atores institucionais	Marco regulatório atual	Papel Institucional no setor elétrico brasileiro	Atribuições	Observações
Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)	Lei nº 9.648/98, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/04 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04.	Supervisão, controle e operação dos sistemas.	Responsável pela organização centralizada e integrada das instituições de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) ⁶⁰	O ONS é uma organização civil de direito privado, sem fins lucrativos. São membros associados da ONS os agentes de geração com usinas despachadas de forma centralizada, os agentes de transmissão, os agentes de distribuição integrantes do SIN, além de agentes importadores e exportadores e consumidores livres com ativos conectados a Rede Básica. No intuito de exercer suas atribuições o ONS desenvolve uma série de estudos e ações que tem como insumos fundamentais de informação: (i) os procedimentos de rede, compreendidos como o conjunto de normas e requisitos técnicos que estabelecem as responsabilidades do ONS e dos agentes de operação, no que se refere a atividades, insumos, produtos e prazos dos processos de operação do SIN e das demais

⁶⁰ O Sistema Interligado Nacional 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 encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

				atribuições do operador. (ii) informações externas que o ONS necessita receber das autoridades setoriais, especialmente do MME e da ANEEL, e dos agentes proprietários das instalações que compõem o SIN para a execução de suas atividades, conforme estabelecido nos próprios procedimentos de rede.
Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Lei 10.847, de 15 de Março de 2004	Planejamento e garantia do suprimento	Estudos e pesquisas destinadas ao planejamento do setor energético. Subsidiar a formulação, o planejamento, e a implementação das ações do MME, no âmbito da política energética nacional e planejar a expansão do sistema de geração e transmissão.	<p>No contexto da retomada do planejamento e reestruturação institucional em julho de 2003 foi apresentado ao MME o documento “Propostas de Modelo Institucional do setor Elétrico” relacionado aos aspectos institucionais, contratuais, de planejamento, de expansão do sistema entre outros. A criação da EPE se deu com base na necessidade de viabilizar instrumentos que efetivassem o exercício qualificado dos estudos de planejamento da matriz de energia energética, visando à expansão do sistema elétrico e a redução dos riscos de racionamentos e “apagões”.</p> <p>Dentre os estudos desenvolvidos pela EPE destacam-se o Plano Decenal de Energia (PDE), o Plano Nacional de Energia (PNE), o balanço Energético Nacional (BEN), as resenhas e boletins mensais de mercado, bem como os estudos de planejamento da transmissão que resultam no Programa de Expansão da Transmissão (PET).</p>
Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)	Lei 10.847, de 15 de Março de 2004 regulamentada pelo Decreto nº 5.177 de 12 de agosto de 2004.	Contabilização e liquidação	Viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica no SIN, tanto no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) quanto no Ambiente de Contratação Livre (ACL).	Após a reforma instaurada pela Lei 10.847 / 2004 passou a atuar também, como agente promotor dos leilões de energia e administrador dos Contratos de Compra e Venda de Energia (CCERAR).

ANEXO V. SETORES CNAE⁶¹ DE EMPRESAS TÍPICAMENTE RELACIONADAS AO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Código CNAE	Descrição
27104	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
27317	Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica
27325	Fabricação de material elétrico para instalações em circuito de consumo
27333	Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados
27406	Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação
27511	Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar para uso doméstico
27597	Fabricação de aparelhos eletrodomésticos não especificados anteriormente
27902	Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente
28232	Fabricação de máquinas e aparelhos de refrigeração e ventilação para uso industrial e comercial
28241	Fabricação de aparelhos e equipamentos de ar-condicionado
42219	Obras para geração e distribuição de energia elétrica e para telecomunicações

⁶¹ Classificação Nacional de Atividades Econômicas.