

Carolina Klein Padilha

**INSTITUIÇÕES E INOVAÇÃO: ANÁLISE DO PROGRAMA DE
P&D DA ANEEL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutora em Administração.

Orientador: Prof. Dr. André Luís da Silva Leite.

Florianópolis
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Padilha, Carolina Klein

Instituições e inovação: análise do Programa de P&D da ANEEL / Carolina Klein Padilha; orientador, André Luís da Silva Leite, 2019.

366 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós Graduação em Administração, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Administração. 2. Instituições. 3. Inovação. 4. Setor Elétrico Brasileiro. 5. ANEEL. I. Leite, André Luís da Silva. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

Carolina Klein Padilha

**INSTITUIÇÕES E INOVAÇÃO: ANÁLISE DO PROGRAMA DE
P&D DA ANEEL**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutora em Administração”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de fevereiro de 2019.

Profa. Cibele Barsalini Martins, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. André Luís da Silva Leite, Dr. - Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof.^a Gabriela Gonçalves Silveira Fiates, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Sílvio Antônio Ferraz Cário, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Nivalde José de Castro, Dr.
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A minha filha Marina, para que
precise pouco, mas sempre busque mais.

AGRADECIMENTOS

Embora a tese seja um trabalho individual, sem a contribuição de outras pessoas certamente não seria possível.

Agradeço aos meus pais Maria Alice e José Carlos, pelo amor e apoio.

Ao meu marido, Edilson, pelo seu apoio incondicional, amor, paciência e companheirismo.

A minha pequena filha Marina, que cresceu juntamente com a tese, por seus recadinhos carinhosos, e por me fazer amá-la ainda mais.

Ao Professor Dr. André Luís da Silva Leite, por sua orientação, ensinamentos, conhecimento partilhado, apoio, sugestões e paciência dedicados ao nosso trabalho. Meu respeito e admiração.

Aos Professores Doutores do Programa do Doutorado em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina, Eloíse Helena Livramento Dellagnelo, Gabriela Gonçalves Silveira Fiates, Mauricio Roque Serva de Oliveira, Sílvio Antônio Ferraz Cário e André Luís da Silva Leite pelos conhecimentos transmitidos durante o doutorado.

Ao Professor Dr. Ricardo Ruther, pelo seu apoio e contatos para a realização da coleta de dados.

À equipe do Grupo de Estudos do Setor Elétrico do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, GESEL, principalmente aos Professores Dr. Nivalde José de Castro, Me. Rubens Rosental, Dr. Guilherme Dantas e Me. Maurício Moszcowicz, pelas sugestões e trabalho compartilhado.

Agradeço aos Professores Doutores, Alexandre Moraes Ramos, Gabriela Gonçalves Silveira Fiates, Lia Hasenclever, Nivalde José de Castro, Sílvio Antônio Ferraz Cário, pela honra concedida em participar das bancas examinadoras, pelo tempo despendido para avaliação e sugestões a esta tese.

Aos gestores e funcionários das organizações que participaram desta pesquisa, concedendo seu tempo e colaboração.

Agradeço aos colegas de doutorado, pela convivência e companheirismo.

“A tarefa não é ver o que ninguém viu ainda, mas pensar aquilo que ninguém pensou a respeito daquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

O Estado tem papel decisivo na definição das formas institucionais que possibilitam a criação de incentivos para o desenvolvimento e dissipação das inovações (LOPES, 2014). Nesse sentido, o objetivo principal desta tese é analisar o papel das instituições como incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro. Com intuito de compreender o fenômeno do estudo, adotou-se como base teórica a perspectiva institucionalista-evolucionária. Trata-se de uma pesquisa descritivo-explicativa de abordagem qualitativa. Os dados foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica, documental e pesquisa de campo. Participaram da pesquisa cinco empresas geradoras de energia elétrica, uma empresa fornecedora de equipamentos para o setor elétrico, a secretaria de inovação de uma universidade pública e um centro de pesquisa em energia elétrica. Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdo, com base nas categorias de análise previamente definidas, baseadas na perspectiva institucionalista-evolucionária, com o apoio do *software* de análise de dados qualitativos NVIVO, e do *software* Wordle. Os resultados do estudo empírico mostraram que o setor elétrico desenvolveu-se por meio da sua trajetória institucional, guiando, por meio de legislação e normas, a inovação no setor. A trajetória institucional do setor, por meio de sua história e das reformas setoriais, juntamente com a inovação, foi relevante para o desenvolvimento da matriz elétrica atual, que tem focado principalmente nas fontes renováveis, como eólica e solar. Observou-se que o Estado foi responsável pela trajetória tecnológica brasileira, principalmente quando da abertura de mercado em 1990, por meio da Lei 8.031/1990. Os resultados evidenciaram que a ANEEL realiza incentivo à inovação no setor elétrico, principalmente por meio da Lei 9.991/2000, obrigando as concessionárias de energia a investirem em inovação. Constatou-se também que mesmo com a competição em cena, as empresas entrevistadas não se sentem, em certa medida, ameaçadas pela concorrência, pois não sentem necessidade de melhorar sua forma de trabalho por meio de P&D e inovação. A falta de necessidade de inovar pode ser decorrente de sua história, que era de monopólio, e para tanto, não havia necessidade de estar à frente de outras empresas. Concluiu-se que no setor elétrico a inovação tem sido incentivada por meio das instituições, e realizada basicamente através do Programa de P&D da ANEEL com recursos provenientes das tarifas das empresas de energia elétrica. As inovações concentram-se mais no desenvolvimento da

pesquisa básica, em grande medida por conta da falta de cultura para de inovação, medo da glosa nos investimentos associados ao Programa da ANEEL e pelo fato das empresas fornecedoras de equipamentos terem uma atuação histórica. Desta forma, são poucas as estratégias para desenvolver produtos inovadores das empresas de energia elétrica. Esta postura mais passiva está sendo alterada notadamente pelas transformações e quebras dos paradigmas técnicos e de mercado que prevaleceram e se consolidaram no século XX. Esta nova tendência está forçando e acelerando o processo de inovação vinculado ao Programa de P&D da ANEEL, merecendo destaque a nova arquitetura de projetos de P&D associadas às chamadas estratégicas, quando a ANEEL define determinados temas para os investimentos dos projetos. Para trabalhos futuros sugere-se realizar a pesquisa em empresas transmissoras e distribuidoras de energia elétrica, assim como em setores mais dinâmicos do ponto de vista da inovação, com tecnologia consolidada, assim como em outros setores de infraestrutura, a fim de verificar a influência das instituições na inovação dos mesmos.

Palavras-chave: Inovação. Instituições. Setor Elétrico Brasileiro.

ABSTRACT

The State plays a decisive role in defining the institutional forms that make it possible to create incentives for the development and dissipation of innovations (LOPES, 2014). In this sense, the main objective of this thesis is to analyze the role of the institutions as incentive to innovation in the Brazilian electric sector. In order to understand the phenomena of the study, the institutionalist-evolutionary perspective was adopted as the theoretical basis. This is a descriptive-explanatory qualitative approach. The data were obtained through bibliographical, documentary and field research. The study included five electricity generating companies, a supplier of equipment for the electricity sector, a public university innovation secretariat and a research center for electricity. The data were analyzed through content analysis, based on previously defined categories of analysis, based on the institutionalist-evolutionary perspective, with the support of the qualitative data analysis software NVIVO and the software Wordle. The results of the empirical study showed that the electric sector has developed through its institutional trajectory, guiding, through legislation and standards, innovation in the sector. The sector's institutional trajectory, through its history and sectoral reforms, along with innovation, was relevant to the development of the current electricity matrix, which has focused mainly on renewable sources such as wind and solar. It was observed that the State was responsible for the Brazilian technological trajectory, especially when the market was opened in 1990, through Law 8.031 / 1990. The results showed that ANEEL promotes innovation in the electricity sector, mainly through Law 9.991 / 2000, forcing energy concessionaires to invest in innovation. It was also found that even with the competition on the scene, the interviewed companies do not feel to some extent threatened by competition, as they do not feel the need to improve their way of working through R & D and innovation. The lack of need to innovate may be due to its history, which was monopoly, and for that, there was no need to be ahead of other companies. It was concluded that in the electric sector the innovation has been stimulated through the institutions, and carried out basically through the R & D Program of ANEEL with resources coming from the tariffs of the electric energy companies. The innovations focus are on the development of basic research, largely due to the lack of culture for innovation, fear of the gloss in the investments associated with the ANEEL Program and the fact that the companies that supply equipment

have a historical performance. In this way, there are few strategies to develop innovative products of electric power companies. This more passive posture is being altered notably by the transformations and breakdowns of technical and market paradigms that prevailed and consolidated in the twentieth century. This new trend is forcing and accelerating the process of innovation linked to the ANEEL R & D Program, highlighting the new R & D project architecture associated with strategic calls, when ANEEL defines certain themes for project investments. For future work, research on electricity transmission and distribution companies, as well as on more dynamic sectors from the point of view of innovation, with consolidated technology, as well as in other infrastructure sectors, in order to verify the influence of the institutions in their innovation .

Keywords: Innovation. Institutions. Brazilian Electrical Sector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: As instituições e a inovação no setor elétrico brasileiro	38
Figura 2.1: Pressupostos a respeito da natureza das ciências sociais	45
Figura 2.2: Paradigmas sociológicos	47
Figura 2.3: Primeira geração do processo de inovação – conceito Technology–Push	56
Figura 2.4: Segunda geração do processo de inovação – conceito Market Pull	56
Figura 2.5: Terceira geração do processo de inovação – conceito Coupling	57
Figura 2.6: Quarta geração do processo de inovação.....	57
Figura 2.7: Modelo de Quintupla Hélice e suas funções	76
Figura 4.1: Representação Gráfica da Trajetória da Pesquisa	145
Figura 5.1: Os estados brasileiros e a Lei de Inovação	182
Figura 5.2: Nuvem de palavras: influência do ambiente institucional nas empresas geradoras	184
Figura 7.1: Macrotêmáticas do GT Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	222
Figura 7.2: Nuvem de palavras – Leis de incentivo à inovação	261
Figura 7.3: Resultados PP&D ANEEL	265

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Geração em operação no Brasil	150
Tabela 5.2: Percentuais mínimos da ROL a investir em programas de P&D e EE	175
Tabela 7.1: Tipo de atividade inovativa e origem dos recursos utilizados	214
Tabela 7.2: Comparação do número de projetos e seus valores ...	217
Tabela 7.3: Patentes depositadas no Brasil e mundo	236
Tabela 7.4: Obstáculos e fragilidades com relação ao PP&D ANEEL	237
Tabela 7.5: Agências de fomento à P&D: 2007 a 2016	251
Tabela 7.6: Projetos Plurianuais com início até o ciclo 2006/2007 (Resolução Normativa nº 219/2006 e anteriores)	253
Tabela 7.7: Projetos de P&D de temas prioritários regidos pela Resolução Normativa nº 316/2008	253
Tabela 7.8: Outros programas de apoio do governo para iniciativas de inovação / P&D	260

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Aproximações teóricas entre as teorias Evolucionista e Institucional	99
Quadro 2.2: Estudos relacionados: âmbito internacional	104
Quadro 2.3: Estudos relacionados: âmbito nacional	107
Quadro 4.1: Cronograma de entrevistas.....	126
Quadro 4.2: Empresas geradoras pesquisadas.....	127
Quadro 4.3: Categorias analíticas	130
Quadro 4.4: Constructo de pesquisa	132
Quadro 4.5: Validade interna e externa	135
Quadro 4.6: Domínio da aplicação da análise de conteúdo	138
Quadro 5.1: Mudanças institucionais do setor	163
Quadro 5.2: Modelos de competição no setor elétrico	166
Quadro 5.3: Instituições	169
Quadro 5.4: Desenho institucional das agências	172
Quadro 5.5: Marcos regulatórios ANEEL	177
Quadro 6.1: Trajetória tecnológica da eletricidade no Brasil	193
Quadro 7.1: Temáticas Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	222
Quadro 7.2: Concentração das linhas de P&D a nível mundial.....	226
Quadro 7.3: Temas abordados nas pesquisas de geração e armazenamento de energia	229
Quadro 7.4: Síntese dos obstáculos ao PP&D ANEEL	241
Quadro 7.5: Síntese das melhorias sugeridas ao Manual de P&D ANEEL.....	246
Quadro 8.1: Estratégia das empresas geradoras	275
Quadro 9.1: Resumo dos pressupostos da tese	285

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1:Publicação de estudos a respeito da Teoria Institucional, Teoria Evolucionária e o Setor Elétrico	103
Gráfico 7.1:Distribuição dos recursos destinados ao PP&D ANEEL	210
Gráfico 7.2:Projetos submetidos ao PP&D ANEEL e projetos aprovados	218
Gráfico 7.3:Percentual dos projetos P&D ANEEL classificados nos grupos temáticos	219
Gráfico 7.4:Investimentos nos projetos PP&D ANEEL em cada grupo	220
Gráfico 7.5:Evolução dos artigos científicos produzidos no Brasil	221
Gráfico 7.6:Classificação dos projetos P&D ANEEL quanto à cadeia de inovação	232
Gráfico 7.7:Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Solar Fotovoltaica no período de 2008 a 2016.....	234
Gráfico 7.8:Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Eólica no período de 2008 a 2016	234
Gráfico 7.9:Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Termoelétrica no período de 2008 a 2016	235
Gráfico 7.10:Quantidade e valor total dos projetos financiados pelas empresas por meio do PP&D ANEEL	254
Gráfico 7.11:Projetos financiados pelas empresas por meio do PP&D ANEEL, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões)	255
Gráfico 7.12:Projetos financiados pelo CNPq, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões)	256
Gráfico 7.13:Projetos financiados pela Finep, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões)	257
Gráfico 7.14:Projetos financiados pelo BNDES Funtec, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões)	258
Gráfico 7.15:Projetos de Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	259

LISTA DE SIGLAS

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica
ACL - Ambiente de Contratação Livre
ACR - Ambiente de Contratação Regulada
ANA - Agência Nacional de Águas
ANP - Agência Nacional de Petróleo
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES - Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDE - Conta de Desenvolvimento Energético
CGH - Centrais Geradoras Hidrelétricas
CGTEE - Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CITENEL - Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica
CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNAEE - Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
CONFAP - Conselho Nacional das Fundações de Amparo à Pesquisa
C&T - Ciência e Tecnologia
DC - Definições Constitutivas
DECC - Department of Energy & Climate Change
DO - Definições Operacionais
DOAJ - Directory of Open Access Journals
ECT - Economia dos Custos de Transação
ECE - Encargo de Capacidade Emergencial
EE - Eficiência Energética
ELETORNORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
ELETROSUL - Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S/A
EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EPASE - Encontro de P&D dos agentes do Setor Elétrico
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
EUA - Estados Unidos da América
FINEP - Financiadora de Inovação e Pesquisa
FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GCE - Gestão da Crise de Energia Elétrica

GCPS - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico
ICT - Instituições Científicas e Tecnológicas
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LOA - Lei Orçamentária Anual
MAE - Mercado Atacadista de Energia
MCSD - Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits
MCSE - Manual de Contabilidade do Setor Elétrico
MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia
MME - Ministério de Minas e Energia
MP - Medida Provisória
MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MW - Megawatt
NEI - Nova Economia Institucional
OECD - Organisation For Economic Co-operation and Development
OFGEN - Office of Gas and Electricity Markets
ONS - Operador Nacional do Sistema
PCH - Pequena Central Hidrelétrica
PDE - Planos Decenais de Expansão Energética
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRPED - Pesquisa de Resultados do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento para as Empresas
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
P&D&I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PND - Programa Nacional de Desestatização
PIB - Produto Interno Bruto
PP&D - Programa de Pesquisa e Desenvolvimento
PRPDE - Pesquisa de Resultados do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento
RESEB - Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro
ROL - Receita Operacional Líquida
SENDI - Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SEPOPE - Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica
SGDP - Smart Grid Demonstration Projects
SGIG - Smart Grid Investments Grant
SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica
SPELL - Scientific Periodicals Electronic Library

TCU - Tribunal de Contas da União
TWH - Terawatt horas
UE - União Europeia
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICAMP- Universidade de Campinas
USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	31
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	34
1.2 OBJETIVOS	36
1.2.1 Objetivo geral	36
1.2.2 Objetivos específicos	36
1.3 TESE	36
1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA	39
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	41
2 BASE TEÓRICA	43
2.1 TRAJETÓRIA EPISTEMOLÓGICA	43
2.1.1 Paradigmas sociológicos	44
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	48
2.2.1 Inovação	49
2.2.1.1 Inovação e desenvolvimento: a Teoria Schumpeteriana	49
2.2.1.2 A inovação de acordo com os Evolucionistas	54
2.2.1.2.1 <i>Processo de inovação e elementos dinâmicos</i>	55
2.2.1.2.2 <i>Aprendizado e conhecimento</i>	65
2.2.1.2.3 <i>Estratégia</i>	69
2.2.1.2.4 <i>Regime tecnológico e padrão setorial de inovação e P&D</i>	71
2.2.1.2.5 <i>Estrutura de mercado</i>	80
2.2.1.3 Tipos de inovação	82
2.2.2 Tratamento teórico institucional	83
2.2.2.1 Velho Institucionalismo (Veblen, Commons, Mitchel)	84
2.2.2.2 Nova Economia Institucional – NEI (Coase e Williamson)	86
2.2.2.2.1 <i>Economia dos custos de transação</i>	87
2.2.2.2.1.1 Custos de Transação	88
2.2.2.2.1.2 Pressupostos Comportamentais (oportunismo, racionalidade limitada, incerteza)	89
2.2.2.2.1.3 Características das transações	90
2.2.2.2.1.4 Estruturas de governança	91
2.2.2.2.2 <i>North e as mudanças institucionais</i>	92
2.2.2.3 Abordagem Neo-institucionalista (Hodgson, Samuels, Rutherford)	95
2.2.2.4 A relação entre instituição e desenvolvimento econômico ...	97
2.2.3 Aproximações entre as teorias evolucionária e institucional	98
2.2.4 Estudos relacionados	102
3 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS À INOVAÇÃO –	

BREVE PANORAMA INTERNACIONAL	113
3.1 ESTADOS UNIDOS	114
3.2 REINO UNIDO	115
3.3 AUSTRÁLIA	116
3.4 CANADÁ	117
3.5 ALEMANHA	118
3.6 CHINA	119
3.7 JAPÃO	120
4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	123
4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	123
4.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	125
4.3 DEFINIÇÃO DO CASO E SUJEITOS DA PESQUISA.....	125
4.4 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	128
4.4.1 Categorias analíticas do estudo	129
4.5 CONSTRUCTO DA PESQUISA	131
4.6 VALIDADE E CONFIABILIDADE DA PESQUISA	133
4.7 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS	136
4.7.1 Análise de conteúdo	136
4.7.1.1 Utilização e operacionalização da análise de conteúdo	137
4.7.2 Nuvem de palavras	140
4.7.3 Auxílio computacional	141
4.8 DEFINIÇÕES CONSTITUTIVAS (D.C.) E OPECACIONAIS (D.O.).....	142
4.9 TRAJETÓRIA TEÓRICO-METODOLÓGICA DA PESQUISA	143
4.10 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	146
5 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	147
5.1 CARACTERÍSTICAS DO SETOR ELÉTRICO	147
5.2 SEGMENTOS DO SETOR	150
5.2.1 Geração	150
5.2.2 Transmissão	151
5.2.3 Distribuição	152
5.2.4 Comercialização	152
5.3 AMBIENTE INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	153
5.3.1 Aspectos essenciais dos mercados de energia	164
5.3.2 Regulação do setor elétrico brasileiro	167
5.3.2.1 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	170
5.3.2.2 Marcos regulatórios importantes à inovação	176
5.3.3 Influência do ambiente institucional sobre as empresas do	

setor elétrico brasileiro	183
5.4 SÍNTESE CONCLUSIVA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	187
6 TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	191
6.1 TENDÊNCIAS PARA O SETOR ELÉTRICO QUANTO À INOVAÇÃO	196
6.1.1 História	197
6.1.2 Principais inovações	198
6.1.3 Aprendizado e mudanças	199
6.1.4 Os Centros de pesquisa e a trajetória tecnológica no setor de energia elétrica	201
6.2 SÍNTESE CONCLUSIVA DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	203
7 ANEEL, P&D E AS INOVAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	207
7.1 CARACTERÍSTICAS DO PP&D ANEEL	209
7.1.1 Distribuição dos recursos destinados pelas empresas ao PP&D ANEEL	210
7.1.2 Contratos	211
7.2 RESULTADOS DO PP&D ANEEL	213
7.2.1 Projetos realizados no período de 2000 a 2007	215
7.2.2 Projetos realizados no período de 2007 a 2012	216
7.2.3 Projetos entre 2008 a 2016	219
7.2.3.1 Temas mais pesquisados	221
7.2.3.2 Projetos submetidos ao PP&D ANEEL e a cadeia de inovação	231
7.2.3.3 Relação entre os investimentos e a quantidade de projetos ..	233
7.2.3.4 Patentes (empresas estrangeiras)	235
7.3 OBSTÁCULOS COM RELAÇÃO AO PP&D ANEEL	237
7.3.1 Obstáculos externos	239
7.3.2 Obstáculos internos	240
7.4 MELHORIAS PARA PP&D ANEEL	242
7.5 CONSTRUIÇÃO DO PP&D ANEEL PARA DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA E DO SETOR ELÉTRICO (PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA)	248
7.6 PP&D ANEEL E OS CENTROS DE PESQUISA EM ENERGIA ELÉTRICA	249
7.7 COMPARAÇÃO ENTRE O PP&D ANEEL E OUTROS PROGRAMAS UTILIZADOS PARA P&D	250

7.7.1 Investimentos realizados por meio do PP&D ANEEL	252
7.7.2 Investimentos realizados pelo CNPq	256
7.7.3 Investimentos realizados pela Finep	257
7.7.4 Investimentos realizados pelo BNDES Funtec	258
7.8 POLÍTICAS DE INCENTIVO À INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO	260
7.9 SÍNTESE CONCLUSIVA ACERCA DO PP&D ANEEL	265
8 ESTRATÉGIA EMPRESARIAL, P&D E INOVAÇÃO	271
8.1 EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA	271
8.2 EMPRESAS FORNECEDORAS DE EQUIPAMENTOS	278
8.3 SÍNTESE CONCLUSIVA	279
9 PRESSUPOSTOS DA TESE	283
9.1 PRESSUPOSTO 1	283
9.2 PRESSUPOSTO 2	283
9.3 PRESSUPOSTO 3	284
10 CONCLUSÕES	287
10.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	294
REFERÊNCIAS	295
APÊNDICE A	331
APÊNDICE B	333
ANEXO	335

1 INTRODUÇÃO

O acesso à energia elétrica é garantia de bem-estar humano e de desenvolvimento econômico para as nações. Nos últimos anos, as políticas públicas direcionadas ao setor de energia elétrica, de modo geral, contemplavam a garantia de suprimento aliada à modicidade tarifária e sustentabilidade. Com efeito, a inovação passa a ter papel significativo na dinâmica setorial, pois movimentos inovativos poderiam levar à maior eficiência no uso de insumos energéticos contribuindo para o alcance dos objetivos anteriormente mencionados.

Assim, no que se refere à geração de eletricidade, o Brasil passou de 51,6 Terawatt horas (TWh) em 1971 para 531,8 TWh em 2011, perfazendo aumento de 930,77%. Esse aumento no consumo de eletricidade nas últimas décadas deve-se, principalmente, ao aumento do Produto Interno Bruto (PIB) e do crescimento populacional (OCDE, 2014), além das políticas públicas visando à democratização do acesso à energia elétrica.

Embora os países em desenvolvimento tenham, por sua capacidade reduzida de movimentação de capital, maior dificuldade na promoção e no incentivo à inovação (CORDER; SALLES-FILHO, 2006), o Brasil tem sido conhecido mundialmente por sua capacidade de geração elétrica, pela dimensão de seu sistema integrado de transmissão de energia elétrica e pela geração de energia ser, em grande parte, proveniente de fontes renováveis (TOMALSQUIM, 2012). Nesse sentido, cabe relatar que o país conta com 4.290 empreendimentos de geração de energia elétrica, e cerca de 130 mil quilômetros de linhas de transmissão para levar energia a 77 milhões de consumidores (O SETOR ELÉTRICO, 2017). De acordo com Guerra et al. (2014), o Brasil é considerado líder mundial na geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

Segundo Castro et al. (2016), o setor elétrico passará nos próximos anos, por modificações oriundas de novas tecnologias, como apoio da sociedade para diminuição das emissões de carbono; ritmo crescente de desenvolvimento e redução de custos das tecnologias de geração de energia renovável; novos dispositivos de armazenamento de energia; nova automação espalhada por toda a rede; introdução do *smart grid*; aumento da frota de veículos elétricos; e novos regulamentos para o uso de energia. A propósito, Jones e Yarrow (2010) assinalam que o setor elétrico enfrenta um período de incerteza e mudanças consideráveis.

De acordo com a IEA (2010), a demanda mundial por energia crescerá 36% até 2035, sendo 93% deste crescimento oriundo de países em vias de desenvolvimento, como o Brasil. Hodiernamente, no Brasil a produção de eletricidade tem como principais fontes a hidrelétrica, que é predominante, e a termoeétrica, que opera apenas em tempos de baixa hidrelétrica (ABEEOLICA, 2016). Nesse sentido, Goldemberg e Moreira (2005) destacam que as fontes de energia são insumos essenciais para o desenvolvimento econômico e sustentável do Brasil.

Dentre os desafios enfrentados pelo setor elétrico brasileiro cabe citar o aumento da oferta de energia em quantidade suficiente para viabilizar o desenvolvimento social e econômico do país, além de disponibilizar energia a preços competitivos e em condições ambientalmente sustentáveis aos consumidores finais (MME, 2016). Ou seja, o desafio do setor elétrico no futuro próximo é combinar garantia de suprimento, tarifas módicas e mínimos danos ao meio ambiente. Nesse sentido, a inovação terá função primordial no processo de transição do setor elétrico, proporcionando modificações e possibilitando oportunidades para novas tecnologias, produtos, regulação e estruturas de negócios (CASTRO et al., 2016).

Sendo assim, inovar, de acordo com Schumpeter (1989), é o ato de fazer novas combinações. Sob esse pressuposto, o autor discorre que inovação é um processo evolucionário e de destruição criadora em que a criação de novas estruturas ocorre em um sistema sujeito a rupturas. De acordo com o Manual da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a inovação é a introdução de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente na empresa ou no mercado, ou com alguma característica nova e diferente daquela até então em vigor, que possa gerar mudanças socioeconômicas (ANEEL, 2012).

Rocha e Ferreira (2004) discorrem que o investimento público em pesquisa e tecnologia é fundamental para o desenvolvimento de regiões, assim como para possibilitar a competitividade das empresas. Nesse sentido, Lundvall e Borás (2007) relatam que políticas de desenvolvimento da ciência e da tecnologia têm sido realizadas por diversos países, juntamente com empresas, universidades, instituições de pesquisa e laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) a fim de contribuir para os processos inovativos. Países com sistemas de inovação imaturos, como o Brasil, necessitam de incentivos públicos, uma vez que os gastos da iniciativa privada são relativamente baixos em desenvolvimento tecnológico. Barros, Claro e Chaddad (2009) apontam

que as políticas de inovação têm contribuído para aumentar o interesse das empresas por atividades relacionadas à inovação.

Sendo assim, Fiani (2011) considera que as inovações impactam sobre o desenvolvimento, pois aumentam a produtividade, reduzem preços e custos, e possibilitam produtos e serviços que atendam às necessidades e desejos da população. Em contrapartida, podem ser necessárias mudanças nas regras que coordenam a economia e a sociedade. Nesse sentido, Mazzucato (2014) discorre acerca do papel fundamental do Estado quanto à promoção de inovação nas economias modernas. A autora destaca que se os governos não tivessem incentivado a difusão de tecnologias, como turbinas eólicas e painéis solares fotovoltaicos, provavelmente não teria ocorrido a transformação energética ocorrida na última década, que necessitou ainda de mudanças reguladoras, compromissos financeiros e ajuda de longo prazo para empresas em desenvolvimento.

Assim, Christensen, Grossman e Hwang (2009) discorrem que o governo por vezes subsidia e facilita investimentos necessários ao desenvolvimento de setores que não conseguem emergir por conta própria. No entanto, o governo pode limitar a concorrência, garantir o acesso da população e a qualidade dos serviços por meio de regulamentações que licenciam e certificam as pessoas e os equipamentos que prestam o serviço, ou seja, o governo cria as regras do jogo.

Com a entrada de empresas privadas no setor de energia foi necessário que fossem estabelecidas normas eficazes para regular a concorrência e conciliar as funções de planejamento energético, com as variáveis que influenciam investimento privado como a credibilidade das metas de expansão da capacidade produtiva e a estabilidade das regras de contratos (SALGADO; MOTTA, 2005).

De acordo com Farias e Ribeiro (2014), a regulação é essencial para fortalecer e estimular o desenvolvimento de mercados, bem como para atrair capitais privados com investimento em serviços públicos. A modernização da estrutura regulatória pode gerar aumento da eficiência das economias nacionais, aumentando a competitividade e adaptação a mudanças, proporcionando segurança aos investidores e garantindo direitos dos consumidores nos mercados imperfeitos.

Segundo Coimbra (2003), as instituições que regulam o setor elétrico foram instituídas com o intuito de regulamentar o setor, buscando equilíbrio entre o Estado, os usuários e as concessionárias de eletricidade. Além de sua função reguladora, a ANEEL dispõe de

programas que incentivam as empresas de energia elétrica a investirem em P&D e eficiência energética, por meio da Lei nº 9.991 de 2000 e suas alterações, sendo regulamentado pelas Resoluções Normativas nº 316 de 2008 e nº 504 de 2012 e normas correlatas, que obriga as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica a destinarem, no mínimo, 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética (ANEEL, 2017).

No decorrer da história, a participação do Estado, em diferentes tipos de políticas governamentais, influenciou no desenvolvimento e adoção de tecnologias (MAZZUCATO, 2014). De acordo com Felipe, Pinheiro e Rapini (2011) uma política de inovação tem como objetivo a criação de incentivos, como infraestrutura necessária para que empresas possam combinar conhecimentos científicos e tecnológicos para aproveitar as oportunidades de mercado. Percebe-se que as instituições são utilizadas para regular o mercado, que estão em constante transformação a fim de se adequar ao processo histórico de cada nação. Desse modo, as instituições são parte de um processo dinâmico, contínuo e relativamente incerto, indissociável de mudanças tecnológicas e sociais (CONCEIÇÃO, 2002).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os processos de inovação no setor elétrico percorrem uma trajetória diversa de outros setores, como por exemplo, de manufatura, farmacêutico, e de tecnologia da informação (GEELS, 2014). De forma geral, as empresas são motivadas a inovar em função da redução de custos e para diferenciarem-se da concorrência (OECD, 2005).

De acordo com Christensen (2000) e Leite, Albuquerque e Leal (2007), em monopólios naturais regulados, a falta de competição pode fazer com que as empresas não sintam necessidade de realizar inovação. Nesse sentido, parte-se do Pressuposto 1, de que “O setor elétrico brasileiro é caracterizado por ter competição limitada (em verdade, as empresas competem *ex-ante*, isto é, para entrar no mercado), sendo assim, as empresas não necessitam desenvolver estratégias contínuas de inovação para manter sua posição no mercado.

Dessa forma, uma vez que existe competição, mas esta é limitada à participação nos leilões, para que as empresas do setor elétrico inovem, são necessárias ações governamentais, por meio da regulação econômica, que pode ser entendida como o conjunto de mecanismos que

conduzem as ações dos agentes para atividades relacionadas à inovação, tendo como exemplo, a obrigatoriedade de investimento em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) e o desenvolvimento de novos produtos e serviços (BERR, 2008).

Na década de 1990, foram realizados processos de privatização no setor elétrico em diversos países, inclusive no Brasil; desverticalização de geração, transmissão e distribuição; início da competição na geração e comercialização de energia; instituição de um órgão regulador, a ANEEL e do Operador Nacional do Sistema (ONS) e ainda a redefinição do mercado. Com o intuito de incentivar investimentos em pesquisa no país, o governo obrigava, por meio de cláusulas nos contratos de concessão, as empresas a destinarem recursos à P&D (PINTO; MAISONAVE, 2012).

De acordo com Mazzucato (2014), o Estado tem papel importante na invenção, desenvolvimento e implantação da inovação. Nesse sentido, em seu sítio eletrônico, a ANEEL informa que “o Programa de P&D é mais um passo na implantação de infraestrutura para gerar inovação tecnológica em inúmeros segmentos do setor”. Observa-se que, desde 1998, foi investido o montante de R\$ 1 bilhão pelas empresas do setor elétrico brasileiro (ANEEL, 2016).

No entanto, de acordo com Corder e Salles-Filho (2004), o sistema vigente de incentivos e de financiamento não tem sido capaz de garantir que a inovação seja adotada como prática pelas empresas, tendo como base o crédito caro, o financiamento de atividades acadêmicas, e incentivos inadequados. Os autores discorrem ainda que os recursos financeiros com o intuito de incentivar a pesquisa científica e tecnológica não são suficientes.

A pesquisa bibliográfica resultou estudos com nexos teóricos entre inovação e instituições (CORIAT; WEINSTEIN, 2002; REDMOND, 2003; GEELS, 2004; AGUIAR, 2007; CONCEIÇÃO, 2008; QUINELLO; NASCIMENTO, 2009; JUN; WEARE, 2010; ROLFSTAM, 2012; AREND; CARIO; ENDERLE, 2012; LOPES, 2014), assim como estudos realizados sobre inovação e regulação (JONES; YARROW, 2010, ZHENG; WANG, 2012; BRITTES; SALLES-FILHO; PFITZNER, 2015), detalhados na seção 2.2.4.

De acordo com Lopes (2014), o Estado tem papel decisivo na definição das formas institucionais que possibilitam a criação de incentivos para o desenvolvimento e dissipação das inovações. Segundo Brittes, Salles-Filho e Pfitzner (2015), a regulação pode ser empregada

pelos governos a fim de fortalecer o processo de P&D&I e a competitividade global das empresas nacionais.

Sendo assim, a problematização desenvolvida neste estudo sinaliza para a formulação de uma integração teórica à luz das teorias Schumpeteriana e Institucionalista, quanto ao papel das instituições no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro, baseadas em documentos e na percepção dos agentes do setor. Diante do apresentado, tem-se como pergunta de pesquisa da tese: De que forma a inovação tem sido incentivada e realizada no setor elétrico brasileiro?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos da pesquisa indicam os resultados pretendidos pela pesquisadora, tornando o problema mais explícito (MARCONI; LAKATOS, 2010). A partir da delimitação do problema, enunciam-se o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa, que têm a finalidade de orientar a realização deste estudo.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o papel das instituições como incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor elétrico brasileiro;
- b) Analisar a dinâmica inovativa presente na trajetória tecnológica do setor;
- c) Identificar e analisar as ações que a ANEEL realiza no intuito de promover a inovação no setor;
- d) Analisar a relação entre as atividades de P&D e as estratégias das empresas de energia elétrica no Brasil.

1.3 TESE

Esta tese propõe uma análise do papel das instituições no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro. O setor elétrico pode ser dividido em quatro segmentos. Geração, transmissão e distribuição, que são fisicamente interligados, e a comercialização. O primeiro e o último são potencialmente competitivos (HUNT; SHUTTLEWORTH, 1996). Já os segmentos de transmissão e distribuição são tidos como

monopólio natural, o que pode implicar que as empresas do setor que atuam nesses segmentos podem não sentir necessidade de realizar inovação devido à falta de competição (LEITE; ALBUQUERQUE; LEAL, 2007), necessitando de outro estímulo, que não a indução pela demanda (*demand pull*) ou o impulso pela tecnologia (*technology push*) para desenvolverem projetos em P&D e inovação. De acordo com Lopes (2014), o Estado pode ter papel decisivo na definição das formas institucionais que possibilitam a criação de incentivos para o desenvolvimento e dissipação das inovações.

Por meio de um estudo acerca da relação entre inovação e instituições, da dinâmica inovativa e institucional presente na trajetória tecnológica do setor, das estratégias organizacionais adotadas pelas empresas, e das ações realizadas pela ANEEL com o objetivo de promover a inovação no setor, tem-se o intuito de atestar que sem as instituições, os projetos de P&D e as inovações realizadas no setor não ocorreriam da mesma forma e quantidade que ocorrem.

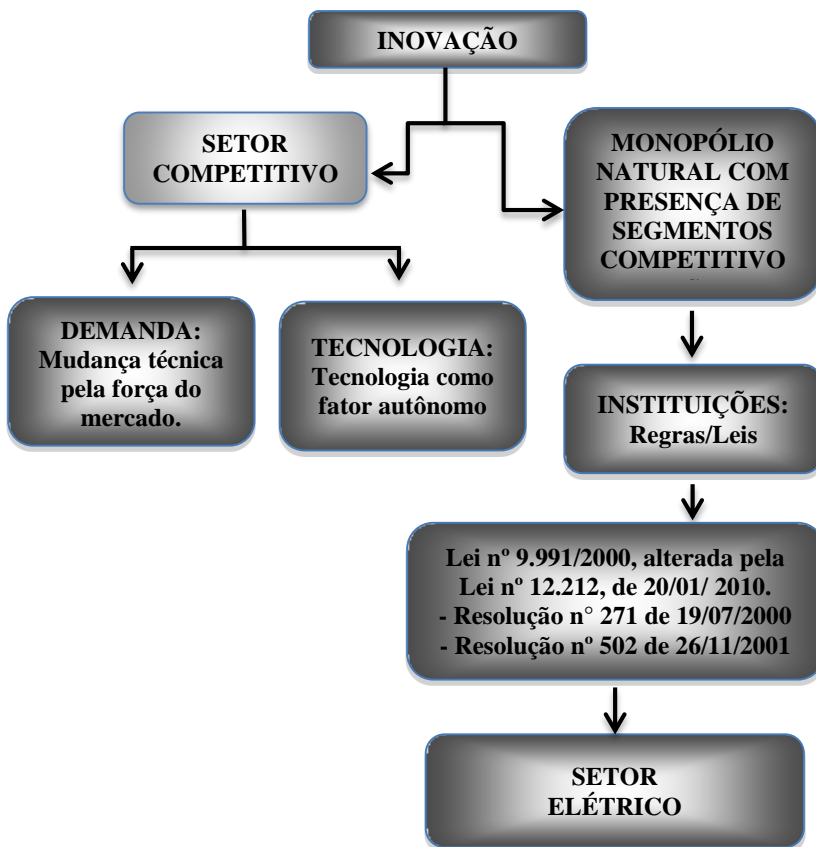
Embora haja pesquisas que relacionem inovação com as instituições (CORIAT; WEINSTEIN, 2002; REDMOND, 2003; GEELS, 2004; AGUIAR, 2007; CONCEIÇÃO, 2008; QUINELLO; NASCIMENTO, 2009; JUN; WEARE, 2010, ROLFSTAM, 2012; AREND; CARIO; ENDERLE, 2012; LOPES, 2014), e estudos realizados sobre inovação e regulação (JONES; YARROW, 2010, ZHENG; WANG, 2012; BRITTES; SALLES-FILHO; PFITZNER, 2015), não foram encontrados estudos empíricos sobre o tema, tampouco trabalhos que tiveram como foco demonstrar de que forma as instituições realmente exercem influência na inovação de um determinado setor, a partir do referencial teórico das teorias Institucional, e de Inovação Schumpeteriana e Evolucionista.

Para aprofundar a relação entre a inovação e as instituições, esta tese está pautada em questões que abrangem conceitos da Teoria Schumpeteriana e Evolucionista, quanto à inovação (aprendizado e conhecimento, esforços inovativos, progresso técnico), evidenciando os trabalhos de Schumpeter (1982, 1984, 1989, 1997), Possas (1990), Laplane (1997), Dosi (2006), Nelson e Winter (2005), Freeman e Soete (2008), e da Teoria Institucional (leis e entidades institucionais, mudança institucional), abordando autores como Veblen (1898), Mitchell (1910), Commons (1931), Coase (1937), North (1990, 1994, 2005), Williamsom (2000), Conceição (2002), Hodgson (2006) e Fiani (2011).

Nesse contexto, tendo como teorias de base as Teorias Schumpeteriana e Evolucionista, e a Teoria Institucional, estabelece-se a tese: As instituições são responsáveis por incentivar a inovação no setor elétrico brasileiro.

A Figura 1.1 demonstra o pressuposto teórico adotado nesta tese, relacionado ao papel das instituições no incentivo à inovação em setores de infraestrutura, neste caso, no setor elétrico brasileiro.

Figura 1.1: As instituições e a inovação no setor elétrico brasileiro



Fonte: Elaborado pela autora

Na Figura 1.1, ilustra-se a tese, demonstrando que a inovação pode ser incentivada por três vertentes: demanda, tecnologia e instituições. De acordo com as características do setor elétrico, entende-se que este tem como influenciadoras dos processos inovadores, as instituições. Nesse sentido, a Teoria Evolucionária ajuda a analisar como os processos inovativos ocorrem, contribuindo para a difusão de novos processos e de novas tecnologias. E a Teoria Institucional preconiza que os processos institucionais impulsionam o movimento dos agentes, que podem ou não caminhar e desenvolver novas tecnologias (DOSI, 2006).

Fundamentada na Teoria Evolucionária e na Teoria Institucional, entende-se que as instituições têm influência nas atividades de Pesquisa & Desenvolvimento que dão origem à inovação no setor, e que grande parte dos avanços e inovações realizados não ocorreriam sem a participação do Estado.

1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

Este estudo tem aderência ao grupo de pesquisa da linha de Produção e Desenvolvimento - desenvolvimento, pesquisa e inovação em sistemas da produção e seus impactos sobre o rumo do desenvolvimento socioeconômico. Dessa forma, o estudo tem como intuito contribuir para um tema que vem sendo estudado ao longo do tempo e que precisa de atenção, revisão, verificação contínua e aprofundamento, já que influencia nas melhorias de processos e serviços por meio da inovação.

A justificativa teórica da tese encontra-se na possibilidade de contribuir para o entendimento do papel das instituições no incentivo à inovação. A revisão de literatura assinala que a inovação pode ser estimulada por diversos fatores, sendo um deles o institucional. Dessa forma, o desenvolvimento de um quadro analítico que visa estabelecer a relação entre inovação e instituições parece ser instigador, na medida em que é realizado num ambiente macro, o do setor elétrico.

Nesse sentido, Conceição (2012) discorre que as instituições são elementos indissociáveis dos processos de desenvolvimento e de mudança tecnológica. Sendo assim, a história é um elemento-chave para o entendimento dos cenários de desenvolvimento, uma vez que as instituições perduram e podem estimular a inovação tecnológica por meio de transmissão de ideias e ações, e indução de mudanças.

Nelson (1995) faz uma aproximação das teorias Evolucionista e Institucionalista, conceituando as instituições em uma perspectiva evolucionária, como sendo o resultado de produtos e adaptações ao longo do tempo, com características diversas em determinados momentos e contextos.

Como as evidências empíricas também são escassas, uma vez que não foram identificadas em estudos anteriores, esta tese traz uma contribuição empírica destinada a avaliar a influência das instituições no incentivo à inovação – nesta tese, mais especificadamente, no setor elétrico brasileiro.

O setor elétrico brasileiro tem características singulares, seu principal produto, que não pode ser estocado, é um bem público, que é realizado, sob o regime de concessão, devendo atender principalmente o interesse público, é regulado e dependente de políticas públicas com relação a preço, investimentos, margens e retornos (BERNINI, 2010). Devido aos desafios relacionados às mudanças climáticas e à melhoria da eficiência, estudos acerca da inovação e das atividades a ela relacionadas têm sido realizados, como os de Sagar e Van der Zwaan (2006), Barros, Claro e Chaddad (2009), Carley (2011), Ziviane e Ferreira (2013), Brittes, Salles-Filho e Pfitzner (2015) e Cirani et al. (2016) entre outros.

No entanto, apesar do crescente interesse de pesquisadores no que tange as atividades de inovação, desenvolvimento e políticas públicas voltadas ao setor de energia elétrica (COSTA-CAMPI et al., 2014; JAMASB; POLLITT, 2015), o setor tem apresentado baixo nível de despesas em projetos para inovação (GEA, 2012).

Nesse contexto, a justificativa prática decorre da importância de se realizar estudos no setor elétrico brasileiro, uma vez que este produz insumo básico da economia, que leva ao crescimento econômico, à competitividade das empresas, e à melhoria da qualidade de vida da população. Ou seja, trata-se de um setor estratégico que estimula o crescimento econômico-social (MORCH et al., 2009) de forma abrangente, o que requer que os investimentos nele realizados tenham fluxo contínuo.

O tema é atual, uma vez que o setor tem passado por duas significativas transformações estruturais e institucionais nos últimos vinte anos, sendo uma delas a criação de uma agência responsável não só pela regulação do setor, mas por incentivar as empresas a tomarem iniciativas referentes à eficiência e inovação (PINTO; MAISONNAVE, 2012).

O tema é original, dado que na revisão de literatura não foram encontrados estudos que analisam de modo específico o papel das

instituições como incentivo à inovação, utilizando as teorias schumpeteriana, evolucionária e econômica institucional. Apesar da argumentação de pesquisadores como Coriat e Weinstein (2002), Geels (2004), Conceição (2008), Quinello e Nascimento (2009), Rolfstam (2012), Arend, Cario e Enderle (2012) e Lopes (2014) de que a inovação pode estar relacionada com as instituições, pouca atenção no meio acadêmico tem sido dada ao papel das instituições no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro.

O tema é inédito, uma vez que propõe que no setor elétrico a inovação ocorre em decorrência de pressões institucionais. A investigação baseia-se em questões que abrangem conceitos da teoria schumpeteriana e evolucionista quanto à inovação (aprendizado e conhecimento, esforços inovativos, progresso técnico), e da teoria institucional (leis e entidades institucionais, mudança institucional).

Estudos empíricos já foram realizados relacionando as instituições com o desenvolvimento da inovação, no entanto, não tiveram como foco demonstrar de que forma as instituições realmente exercem influência na inovação de um determinado setor, a partir do referencial teórico das teorias Institucional, e de Inovação Schumpeteriana e Evolucionista.

Diante do apresentado, entende-se que os resultados obtidos pelo presente estudo podem ser significativos tanto por seu impacto sobre a teoria quanto por sua utilização gerencial, seja pelas firmas ou pelo Estado.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese está estruturada em dez capítulos. Neste primeiro capítulo, apresentou-se a introdução ao tema, contextualização do problema, questão de pesquisa, objetivos da tese (representados pelo objetivo geral e pelos objetivos específicos), justificativa para o estudo do tema, e o que se pretende estudar, ou seja, a tese mais especificamente, a delimitação do tema em estudo, bem como a estrutura do trabalho.

O Capítulo Dois apresenta a base teórica do estudo. Faz parte desta seção a trajetória epistemológica, na qual são apresentados os paradigmas sociológicos de Burrell e Morgan (1979). Posteriormente é apresentada a fundamentação teórica que contempla as teorias base deste estudo, Teoria Schumpeteriana, Teoria Evolucionista e Teoria

Institucional, uma breve comparação entre as teorias evolucionista e institucionalista, e o estado da arte por meio dos estudos relacionados.

O Capítulo Três é destinado a um breve panorama internacional referente aos incentivos governamentais.

O Capítulo Quatro é destinado à descrição dos métodos e técnicas de pesquisa. É apresentado o delineamento da pesquisa, a definição do caso e sujeitos de pesquisa, o constructo da pesquisa, o instrumento de coleta de dados, as definições constitutivas e operacionais, e os procedimentos para análise dos dados.

No Capítulo Cinco é apresentado o setor elétrico, objeto deste estudo, suas características, segmentos e ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor.

O Capítulo Seis aborda a trajetória tecnológica do setor, fontes de energia elétrica utilizadas no Brasil e tendências para o setor elétrico quanto à inovação.

O Capítulo Sete é destinado à descrição das características do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, resultados do Programa de P&D ANEEL, obstáculos para participação do Programa de P&D ANEEL, melhorias sugeridas para o programa, contribuições do Programa de P&D ANEEL para as empresas, comparação entre o Programa de P&D ANEEL e outros programas de incentivo, políticas de incentivo, e por fim, a síntese conclusiva, que trata de forma resumida os pontos mais relevantes do capítulo.

O Capítulo Oito contempla a relação das estratégias empresariais, P&D e inovação nas empresas do setor elétrico.

O Capítulo Nove é destinado a apresentar as conclusões referentes aos pressupostos previamente apresentados.

O Capítulo Dez aborda as conclusões da tese, seguido das referências, apêndices A e B e anexo A.

2 BASE TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas a trajetória epistemológica, a revisão de literatura a respeito da Teoria Schumpeteriana, da Teoria Evolucionista e da Teoria Institucional, assim como o posicionamento teórico deste estudo.

A seção da trajetória epistemológica aborda o posicionamento epistemológico, a partir das bases epistemológicas das teorias organizacionais. Na seção da fundamentação teórica, inicia-se com a contextualização da Teoria Schumpeteriana de inovação e desenvolvimento, seguida da Teoria dos Neoschumpeterianos ou Evolucionistas, apresentada nas subseções: i) processo de inovação, ii) aprendizado e conhecimento, iii) estratégia e regime tecnológico, e iv) estrutura; seguida dos tipos de inovação. Na sequência, apresenta-se o Tratamento Teórico Institucionalista, nas subseções: i) Velho Institucionalismo de Veblen, Commons e Mitchel, ii) Nova Economia Institucional, e iii) Abordagem Neo-Institucionalista. Ainda na seção da fundamentação teórica é realizada uma breve comparação entre as teorias evolucionista e institucionalista, assim como o estado da arte, por meio dos estudos relacionados ao tema da tese.

2.1 TRAJETÓRIA EPISTEMOLÓGICA

Esta seção destina-se à apresentação da base epistemológica deste estudo, assim como os paradigmas sociológicos de Burrell e Morgan. De acordo com Japiassu (1991), a epistemologia é o estudo crítico de princípios, hipóteses e resultados das diversas ciências. É ainda, o estudo metódico e reflexivo dos saberes, ou seja, dos conhecimentos adquiridos metodologicamente, organizados sistematicamente e com possibilidade de serem transmitidos, como estes se formam e se desenvolvem.

Pensar em aspectos epistemológicos leva à análise da origem lógica dos saberes, discorrendo acerca de seus valores e abrangência. O conceito de epistemologia pode ser utilizado para indicar tanto teorias gerais do conhecimento, quanto estudos restritos, questionando a respeito da gênese e da estrutura das ciências, e realizando uma análise das condições reais de produção dos conhecimentos científicos, do ponto de vista lógico como linguístico, sociológico, ideológico, demonstrando sua postura interdisciplinar. Dessa forma, os estudos

epistemológicos da ciência da administração e da economia podem auxiliar no entendimento de sua evolução (JAPIASSU, 1991).

2.1.1 Paradigmas sociológicos

As teorias organizacionais têm como base a filosofia da ciência e a teoria da sociedade. Sendo assim, Burrell e Morgan (1979) classificaram a ciência social em quatro conjuntos de pressupostos relativos: ontologia, epistemologia, natureza humana e metodologia, como seguem:

- Ontologia (Realismo versus Nominalismo):** a posição realista preocupa-se com o mundo social externo e a cognição individual é um mundo real composto de estruturas rígidas, tangíveis e relativamente imutáveis; já a posição nominalista, tem como pressuposto que o mundo social externo e a cognição individual constituem-se por nomes, conceitos e rótulos usados para estruturar a realidade. A ontologia aborda pressupostos referentes à verdadeira essência do fenômeno a ser investigado. Analisam-se conteúdos relacionados à realidade, se é externa ao indivíduo ou se é produto de sua consciência, e se tem natureza objetiva ou subjetiva.

- Epistemologia (Positivismo versus Antipositivismo):** a posição positivista é usada para caracterizar epistemologias que procuram explicar o que acontece no mundo social por meio de regularidades e relacionamentos causais entre os elementos constituintes. O positivismo é basicamente derivado de abordagens utilizadas nas ciências naturais. Já a posição antipositivista coloca-se contra a utilidade de buscar leis ou definir regularidades no mundo social; o mundo social é essencialmente relativista e só pode ser compreendido a partir do ponto de vista dos indivíduos envolvidos nele. Sendo assim, a posição do investigador como um observador, característica do positivismo, não é aceita, assim como também é negada a objetividade das ciências. A epistemologia está relacionada à origem do conhecimento, como se pode entender o mundo e transmitir este conhecimento aos outros indivíduos em forma de comunicação. O que pode ser considerado verdadeiro ou falso e se é possível adquirir conhecimento apenas pela experimentação.

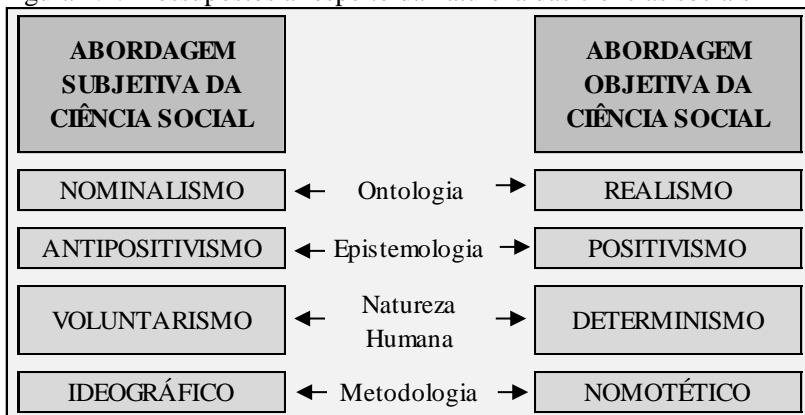
- Natureza humana (Determinismo versus Voluntarismo):** para a posição determinista o homem e suas atividades são determinados pela situação ambiental no qual eles se inserem, no entanto, a posição voluntarista considera o homem autônomo e autodeterminado. Sendo assim, a natureza humana está baseada na relação entre os seres humanos e seu

ambiente. A ciência social deve ser prevista por meio de um pressuposto, pois que a vida humana é basicamente o sujeito e o objeto da investigação.

•Natureza metodológica (Teoria Nomotética versus Teoria Ideográfica): a abordagem nomotética baseia a pesquisa em um protocolo sistemático e técnico, considerando métodos empregados nas ciências naturais como os testes de hipóteses e o rigor científico. Já a abordagem ideográfica defende que só é possível adquirir conhecimento de primeira-mão do sujeito sob investigação, ou seja, valoriza a história de vida, assim como destaca a análise das questões subjetivas e seus insights. Cada um dos três pressupostos anteriores tem implicações metodológicas, isto é, ontologias diversas, epistemologias e modelos de natureza humana guiam os cientistas sociais a diferentes metodologias.

As abordagens teóricas que esclarecem a natureza da ordem social e do equilíbrio são opostas às voltadas para a análise dos processos de mudança, conflitos e coerção, o que fundamenta a dicotomia entre ordem e conflito, enquadrados nas dimensões objetivas e subjetivas (BURREL; MORGAN, 1979). A Figura 2.1 ilustra a contraposição das abordagens subjetivas e objetivas, sob o enfoque ontológico, epistemológico, da natureza humana e da natureza metodológica.

Figura 2.1: Pressupostos a respeito da natureza das ciências sociais



Fonte: Burrel e Morgan (1979)

De acordo com Burrel e Morgan (1979), as metodologias utilizadas nas pesquisas nas ciências sociais tratam do mundo social como um mundo natural, ou seja, real e externo ao homem, sendo que

assim, o estudo científico focado na análise das relações e dos padrões entre os diversos elementos que o encerram. Há outros que notam o mundo social de forma mais flexível, pessoal e subjetiva, em que a realidade social é percebida de modo anticientífico. Morgan (1980) destaca que a compreensão da natureza ortodoxa da teoria das organizações ocorre pelo conhecimento da relação entre os modelos específicos de teorização e pesquisa, e da visão de mundo que eles retratam.

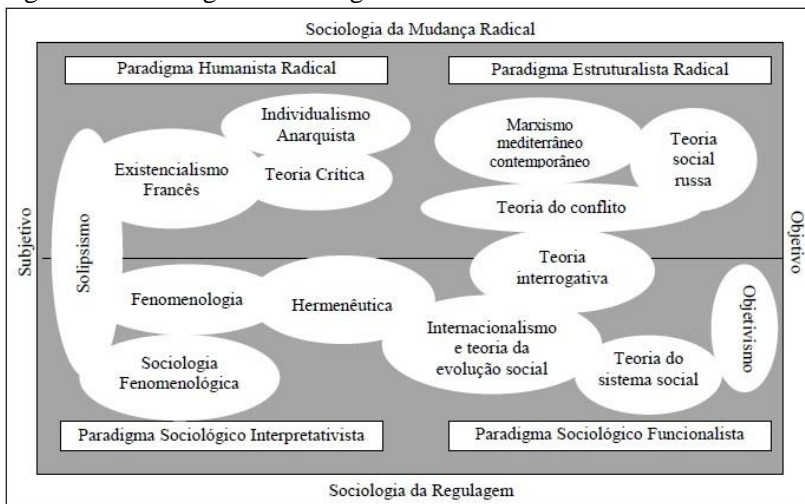
Para tanto, Burrell e Morgan (1979) desenvolveram quatro paradigmas: funcionalista, interpretativista, radical humanista e radical estruturalista, os quais podem ser usados para analisar as diferentes correntes teóricas existentes nas ciências sociais. Os paradigmas metateóricos incluem diferentes áreas do pensamento, que constituem diversos modos de abordar uma realidade compartilhada ou visão de mundo (MORGAN, 1980).

Burrell e Morgan (1979) introduzem a sociologia da regulação referindo-se a teóricos que buscam explicações a respeito da sociedade em no que se refere a unidade e coesão, uma vez que se interessam pelo entendimento de forças sociais que evitam a “guerra de todos contra todos”. Por outro lado, a sociologia da mudança radical preocupa-se em encontrar explicações para a mudança radical, os conflitos estruturais, os modos de dominação e a contradição estrutural, assim como pela emancipação humana referente às estruturas que limitam seu potencial de desenvolvimento. Os autores sintetizam as características dessas sociologias dessa forma:

- Sociologia da Regulação: status quo, ordem social, consenso, integração e coesão social, solidariedade, satisfação de necessidades e realidade;
- Sociologia da Mudança Radical: mudança radical, conflito estrutural, modos de dominação, contradição, emancipação, privação e potencialidade.

Considerando essas sociologias, regulação e mudança radical, Burrell e Morgan (1979) constituíram o perfil dos paradigmas que formam o diagrama. Cada um dos paradigmas representa uma escola de pensamento inter-relacionada, com abordagem e perspectiva peculiares, mas que partilham pressupostos fundamentais sobre a natureza humana (MORGAN, 1980). Os paradigmas não são mutuamente exclusivos, mas oferecem pontos de vista alternativos sobre a realidade social. Os paradigmas descritos por Burrell e Morgan (1980) são apresentados na Figura 2.2.

Figura 2.2: Paradigmas sociológicos



Fonte: Burrell; Morgan (1979, p,22)

O paradigma Humanista Radical, observado na Figura 2.2, descreve a sociologia da mudança radical de um ponto de vista subjetivo, tendo abordagem nominalista, antipositivista, voluntarista e ideográfica. Seu referencial está ligado a uma visão social que destaca a importância de ultrapassar as limitações dos arranjos sociais que existem. Este paradigma tem como elemento básico que o homem é dominado pelas superestruturas ideológicas com as quais interage e que criam uma ruptura de conhecimentos entre ele mesmo e sua verdadeira consciência (BURRELL; MORGAN, 1979).

Já no paradigma Estruturalista Radical o mundo é engendrado de modo objetivo, positivista, realista, determinista e nomotético. O estruturalismo radical está vinculado com a mudança radical. Este paradigma tem como base as relações estruturais, uma vez que defende que a sociedade é caracterizada por conflitos que geram mudanças radicais através de crises políticas e econômicas. Sendo assim, é por meio do conflito e da mudança que acontece a emancipação do homem e das estruturas sociais nas quais ele vive (BURRELL; MORGAN, 1979).

O paradigma Interpretativista objetiva retratar a natureza fundamental do mundo ao grau da experiência subjetiva, buscando explicações internas à consciência individual e da subjetividade. Nesse paradigma, o mundo social é formado por construções subjetivas dos

indivíduos que, com o desenvolvimento e o uso de uma linguagem comum e de interações da vida cotidiana, são capazes de criar e manter um mundo de significados compartilhados intersubjetivamente. Dessa forma, o mundo social é de uma natureza intangível e está num processo constante de reafirmação ou de transformação. A abordagem interpretativista objetiva é nominalista, antipositivista, voluntarista e ideográfica (BURRELL; MORGAN, 1979).

O paradigma Sociológico Funcionalista está baseado na sociologia da regulação e trata o sujeito sob um ponto de vista objetivista. Nessa abordagem, os assuntos da vida social tendem a ser investigados em uma perspectiva realista, positivista, determinista e nomotética. É pragmático em orientação, pois normalmente está orientado para o problema, com o objetivo de fornecer soluções práticas. Este paradigma volta-se a explanações racionais de assuntos sociais (BURRELL; MORGAN, 1979).

Morgan (1980) destaca que a perspectiva funcionalista é basicamente reguladora e prática, baseado na suposição de que a sociedade tem existência concreta e real. Instiga abordar a teoria social para o entendimento do papel dos seres humanos na sociedade, em que o comportamento é entendido como algo demarcado pelo contexto num mundo de relacionamentos sociais tangíveis e concretos. Na visão ontológica, defende a possibilidade de uma ciência social objetiva e livre de valores, em que o cientista mantém distância da cena que analisa, respeitando o rigor e as técnicas dos métodos científicos. A perspectiva funcionalista preocupa-se em entender a sociedade de modo a gerar conhecimento empírico útil.

Nesse sentido, entende-se que as teorias utilizadas como base deste estudo, Teoria Schumpeteriana, Teoria Evolucionista e Teoria Institucional enquadram-se na abordagem sociológica funcionalista.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este estudo analisa as relações entre dois conceitos teóricos: inovação e teoria institucional. Para uma conceptualização e posterior operacionalização, realizou-se revisão de literatura sobre Teoria Schumpeteriana e Evolucionista e Teoria Institucional.

2.2.1 Inovação

Os estudos a respeito de inovação têm sido realizados desde que Karl Marx defendeu que a mesma é imprescindível para o desenvolvimento econômico. Esta abordagem, baseada nas formulações sobre trabalho concreto e abstrato, valor e mais-valia, defende que a inovação pode ser um instrumento para a acumulação de capital (ZAWISLAK; MARINS, 2007). Marx, em sua obra, *O Capital*, propõe que uma das principais formas a serem adotadas para que as empresas se mantenham competitivas é aumentando sua produtividade por meio de máquinas novas e eficientes (FAGERBERG, 2003).

No século XX, Joseph Schumpeter, sustentava que a evolução do capitalismo era estimulada pela competição tecnológica entre as empresas. Segundo Schumpeter (1989), a competição tecnológica era a base para a concorrência capitalista, e não a concorrência de preços apenas.

Com respeito à inovação e ao desenvolvimento, para esta tese será considerado, principalmente, o arcabouço teórico apresentado por Schumpeter e pelos Evolucionistas, como segue.

2.2.1.1 Inovação e desenvolvimento: a Teoria Schumpeteriana

Schumpeter, em sua obra *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, publicada em 1942, discorre a respeito da importância da variável tecnológica para o crescimento econômico. O autor destacou a importância da inovação tecnológica no campo do desenvolvimento econômico, em que a mudança técnica é a principal responsável pelo desequilíbrio no mercado, uma vez que modifica as ações a serem tomadas no momento em que novos produtos, serviços, e relacionamentos são sugeridos, fazendo com que a economia se desenvolva.

Schumpeter (1984) classificou o processo de mudança tecnológica em três fases: (a) invenção, sendo resultante de processo de descoberta, de princípios técnicos novos que podem ser abertos para exploração comercial; (b) inovação, como o processo de desenvolvimento de uma invenção comercial; e (c) difusão, sendo a disseminação de uma inovação em uso comercial, novos produtos ou processos. Dessa forma, enquanto a invenção é a ideia personificada em produto ou processo, a inovação só se concretiza quando ocorre a primeira transação comercial do novo produto ou processo. Nesse

sentido, a inovação limita-se à comercialização de um produto novo ou a implantação de um novo processo fabril.

Sendo assim, Schumpeter (1982) parte de um modelo baseado em pressupostos neoclássicos, como equilíbrio entre oferta e demanda, perfeita mobilidade de mercadorias e fatores de produção e competição perfeita. Posto isso, a análise pode ser feita sob duas óticas: (a) equilíbrio estático, entendido pelo fluxo circular, considerando que cada período proporciona as condições necessárias para iniciar o próximo ciclo, mantendo os mesmos processos além de um estado estacionário; e (b) equilíbrio dinâmico, que considera uma variável exógena no modelo, pois se entende que existem outras variáveis que influenciam o desenvolvimento e o ganho de capital.

Para Schumpeter (1988), quando se considera o desenvolvimento do capitalismo, deve-se considerar as mudanças exógenas à produção que possam ocorrer, uma vez que este é um processo em constante evolução e desenvolvimento, caracterizado pela ruptura do fluxo circular, de forma espontânea, por meio de inovações tecnológicas que acontecem de forma não continuada.

Inovar, portanto, conforme Schumpeter (1989), é o ato de fazer novas combinações. O autor defende um processo de mudança por meio de inovações, em que a inovação é a causa da instabilidade nas economias capitalistas, afastando a economia da posição de equilíbrio que existia antes. Para Schumpeter, a concorrência que exige adaptação e gera iniciativas inovadoras é o ponto de partida para construção de um referencial alternativo ao de equilíbrio neoclássico na abordagem evolucionista (LAPLANE, 1997).

Segundo Schumpeter (1989), o desenvolvimento ocorre, ao se realizar tarefas de formas diversas das que eram comumente praticadas, ou seja, por meio da realização de novas combinações que podem compreender: (a) introdução de um novo bem não familiar aos consumidores ou nova qualidade de certo bem; (b) introdução de um novo método de produção - método ainda não experimentado dentro de certo ramo produtivo; (c) abertura de um novo mercado, ou seja, um mercado em que o produto de determinada indústria nunca tivera acesso antes, independente de este mercado ter ou não existido anteriormente; (d) descoberta de uma nova fonte de matéria prima; e (e) reorganização de uma indústria qualquer, como a criação ou a ruptura de uma posição de um monopólio. A propósito, Possas (1989) argumenta que o realizar as tarefas de formas diferentes proporciona a inovação, que é a base que determina a competitividade e as variações econômicas.

As inovações também podem ser classificadas de acordo com o tipo de mudança que geram. Nesse sentido existem inovações incrementais, que se referem a melhorias em produtos e processos, ocorrendo em função do aprendizado acumulado, e as inovações radicais, que rompem com as trajetórias existentes, dando espaço a uma nova tecnologia, que pode derivar de atividades em P&D, tendo caráter descontínuo no tempo e nos setores, e ainda as revoluções tecnológicas que compreendem os clusters de inovações radicais e incrementais, que juntas exercem impacto de longo alcance (FREEMAN; SOETE, 2008).

Outro aspecto levantado por Schumpeter (1982) é que o desenvolvimento não obedece a uma continuidade, mas apresenta períodos de crescimento e recessão, que ainda são intercalados por depressão e recuperação. Com isso, o desenvolvimento não é contínuo, observam-se períodos de crescimento com períodos de recessão, intercalados de depressão e recuperação, como citado por Schumpeter (1982, p. 144-145):

Os movimentos contrários não apenas entram o desenvolvimento, mas colocam-lhe um fim. Uma grande quantidade de valores é aniquilada, as condições e os pressupostos fundamentais dos planos dos dirigentes do sistema econômico se alteram. O sistema econômico precisa se reanimar antes de poder caminhar de novo para frente; o seu sistema de valores precisa se reorganizar. E o desenvolvimento que então começa novamente é um novo e não simplesmente a continuação do antigo. É verdade, e a experiência nos ensina que ele se moverá numa direção mais ou menos similar a anterior, mas a continuidade do plano é interrompida [...] uma crise então seria simplesmente o processo pelo qual a vida econômica se adapta a novas condições.

Sendo assim, Schumpeter (1982) explica o sistema econômico por meio de ondas subsequentes, sendo primárias e secundárias. A onda primária é aquela em que a introdução de uma inovação quebra o equilíbrio na economia, e quando isso ocorre, há quebra do ciclo econômico, dando início à onda secundária, que contempla efeitos cumulativos formados pela inovação primária, ou seja, por reações em cadeia que acontecem em diversas atividades relacionadas pela inovação. Então, a inovação é considerada um fator que desequilibra o

sistema, fazendo com que o lucro seja originado da dinâmica econômica.

Vale notar que o desenvolvimento econômico avança osciladamente porque as novas combinações não são distribuídas de maneira uniforme ao passar do tempo, sendo descontínuas. As novas combinações não surgem de empresas antigas nem tomam seu lugar, mas de forma paralela competem com elas (SCHUMPETER, 1989).

As diferentes inovações normalmente são realizadas para satisfação das necessidades dos consumidores, uma vez que são o fim de toda produção. Porém, no sistema econômico as inovações não surgem dessa maneira, pois novas necessidades surgem nos consumidores e a estrutura se modifica sob essa pressão. É o produtor que inicia a mudança econômica e os consumidores são levados por ele, ou seja, são ensinados a querer coisas novas. Sendo assim, produzir significa combinar materiais e capacidades, ou seja, produzir coisas diferentes ou por meio de outros modos, realizando novas combinações. E ainda deve-se considerar que toda nova combinação está exposta ao perigo de vir a ser um fracasso (SCHUMPETER, 1989).

Com a ruptura do fluxo circular inicia-se o desenvolvimento, alterando os antigos sistemas de produção. É o momento em que as oportunidades para a introdução de inovações são percebidas pelo empresário, que busca por meio dos bancos, os recursos de que necessita para realizar a inovação (SCHUMPETER, 1989).

Schumpeter (1984) explica que é necessário destruir o velho para criar alguma coisa nova, com capacidade de gerar crescimento, a destruição criativa. Feita a inovação, outros irão copiá-la, e o processo será estacionado novamente, até que outra inovação seja implantada, gerando o processo que é chamado por Schumpeter de destruição criadora (SCHUMPETER, 1989). Nessa perspectiva, Mazzucato (2014) destaca que a destruição criadora é responsável por tornar as indústrias dinâmicas e auxiliar o crescimento econômico de longo prazo.

Na economia capitalista os bens necessários para a nova produção são retirados de seu lugar no fluxo circular pela intervenção de poder de compra. É uma alavanca por meio da qual o empresário consegue os bens concretos que necessita, desviando os fatores da produção para novos usos ou para uma nova produção. O capital é a soma de meios de pagamento que está disponível em dado momento para transferências aos empresários, sendo um agente na economia de trocas (SCHUMPETER, 1989).

Dessa forma, Schumpeter (1989) apresenta o crédito como forma essencial ao desenvolvimento, já que por meio dele o empresário rompe com o fluxo circular e apresenta inovações. O desenvolvimento é absorvido pelo fluxo circular, e o capital é, portanto, a soma de meios de pagamento que está disponível em dado momento para transferência aos empresários.

Sendo assim, percebe-se que o crédito é a criação de poder de compra para o empresário, identificando o método pelo qual o desenvolvimento ocorre num sistema com propriedade privada e divisão do trabalho. Por meio do crédito os empresários tem acesso aos bens antes que tenham adquirido direito normal a eles. A concessão de crédito é como uma ordem para o sistema econômico atender aos propósitos do empresário, possibilitando aquisição dos bens de que necessita (SCHUMPETER, 1989).

O empresário no início é um devedor, uma vez que busca auxílio em forma de empréstimos junto a terceiros, para depois tornar-se credor, o que ocorre ao conquistar sucesso em seus negócios, e nesse sentido, pode-se compreender que o lucro empresarial é resultado da combinação das inovações, da vontade e da ação do empresário (SCHUMPETER, 1997).

De acordo com Schumpeter (1988), o crédito é necessário para que as novas combinações ocorram, melhorando as empresas e os produtos. Sendo assim, o crédito é responsável por conectar os que desejam realizar combinações novas e aqueles detentores de meios produtivos, propiciando uma teia competitiva formada por meio de destruição e construção de uma nova estrutura produtiva.

Os empresários criam as novas combinações, gerando desequilíbrio dinâmico, e os imitadores copiam os empresários, ocasionando maior competição, e com isso gerando aumento das taxas de investimento e da oferta de empregos e crescimento na economia. Porém, os lucros esperados por meio da inovação são reduzidos devido ao aumento da oferta, ocasionando recessão, ou seja, diminuição da lucratividade e conseqüente redução dos lucros dos empresários, devido à aposta na inovação e conseqüente aumento da produção, e necessidade de diminuição dos preços por causa da concorrência (SCHUMPETER, 1982).

Sendo assim, percebe-se que, segundo Schumpeter (1988), o capitalismo é uma forma de mudança econômica, não sendo estacionário em momento algum. Entende-se, dessa forma, que não é fácil introduzir novas combinações e ter garantia de lucro, o que é destacado por

Mazzucatto (2014) quando a autora comenta que nem todas as inovações levam a um largo crescimento. Exemplo disso é citado por Possas (1989), quando a autora discorre que a inovação gera maior quantidade de trabalho, uma vez pode tornar os preços mais baixos e aumentar a produção.

Dessa forma, Schumpeter coloca a inovação como o centro do desenvolvimento, já o enfoque neoschumpeteriano destaca a firma como elemento central na dinâmica capitalista, pois é nas empresas que ocorrem os processos inovativos.

2.2.1.2 A inovação de acordo com os Evolucionistas

Os Evolucionistas compreendem a inovação como resultante de um processo endógeno da dinâmica econômica, mediante processo de transformação tanto econômica quanto institucional, conforme o resultado das inovações tecnológicas. De acordo com Possas (1990), inicialmente, os neoschumpeterianos dividem-se em dois grupos, sendo os evolucionistas e os estruturalistas. Ambos trabalham com base na análise dos processos de geração e difusão de novas tecnologias, assim como o impacto no ambiente, considerando o relacionamento entre dinâmica industrial e estrutura dos mercados. Segundo Laplane (1997), os Neo-Schumpeterianos consideram a importância da mudança tecnológica, no entanto, para eles é da inovação o papel principal na dinamização da atividade econômica.

A corrente teórica evolucionista tem como precursores R. Nelson e S. Winter e tem sua origem na Universidade de Yale (EUA), e refere-se à inovação realizando uma comparação com o processo de evolução da biologia. Para os evolucionistas, da mesma forma com que a evolução das espécies acontece por meio de transformações da genética em função da seleção do meio ambiente, as mudanças econômicas podem também ocorrer devido a um processo parecido, sendo originário da busca por inovações de produtos e processos para manutenção das empresas frente à concorrência existente no mercado (POSSAS, 1990).

Sendo assim, a teoria evolucionista parte do pressuposto de que os mercados estão em constante transformação, buscando a eficiência dinâmica. Nesse sentido, o potencial das organizações frente às inovações ocorre por meio de suas competências, habilidades e experiências. Segundo Nelson e Winter (2005), com a mudança normal das instituições, novas realidades são criadas e recriadas em um processo contínuo. Observa-se, dessa forma, que a teoria evolucionária é

um conjunto de elementos baseados no presente, mas que procuram esclarecer o que está por vir, ou seja, as ações a serem realizadas no futuro.

Já a perspectiva estruturalista, que tem como precursores C. Freeman, C. Perez, K. Pavitt, L. Soete e G. Dosi, e que tem origem na Universidade de Sussex (UK), compreende desde o impacto macro dinâmico das inovações até as difusões das inovações tecnológicas. Esta corrente destaca as assimetrias tecnológicas e produtivas como determinantes dos padrões da dinâmica industrial, e tendo o progresso técnico como elemento gerador das transformações das estruturas de mercado (POSSAS, 1990).

Segundo Cassiolato e Lastres (2005), o processo inovativo, destacado por Lundvall, Perez e Freeman, é o resultado da aprendizagem de um grupo, por meio dos vínculos institucionais que ocorrem no relacionamento intrafirmas e entre outras instituições de mercado, compreendendo uma ótica sistêmica. Estes entendem a inovação como um processo de contínua aprendizagem, cumulativa, não linear, interativa, e com dificuldades para ser replicada. Para Freeman (1982), as estratégias tecnológicas são interdependentes e se relacionam com outros sistemas, como educação e setor financeiro. Para o autor, os sistemas de inovação incluem dimensões analíticas como o papel das firmas, dos centros de pesquisa e desenvolvimento, do governo, além de outros agentes da dinâmica capitalista. Nesse sentido, Lundvall (1985) discorre que os processos históricos, assim como as trajetórias tecnológicas são os grandes responsáveis pelas assimetrias que ocorrem nas trajetórias de desenvolvimento.

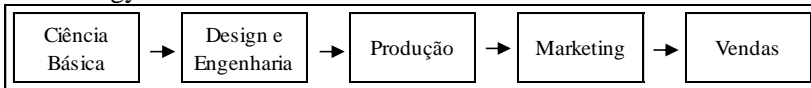
De acordo com Drucker (1985), que adota uma visão neoschumpeteriana de inovação, esta ocorre devido ao interesse de se criar novas combinações que possam ser úteis ao potencial econômico e social da empresa. Já segundo Dosi (1988), a inovação está relacionada com a descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos e novos arranjos organizacionais.

2.2.1.2.1 Processo de inovação e elementos dinâmicos

Com base em eventos históricos e características técnicas, Rothwell (1994) apresenta modelos de inovação utilizados pela indústria por cinco gerações. A primeira geração do processo de inovação é datada entre 1950 e 1960, sendo o período caracterizado pelo surgimento de novas indústrias e pelo desenvolvimento de tecnologias

que possibilitaram o aumento do nível de emprego, a prosperidade econômica e, com isso, a ampliação do consumo. Nesta geração, as inovações tinham como base as descobertas científicas e eram direcionadas para grandes demandas, sendo dessa forma, impulsionada pela tecnologia - *Technology-Push*. A Figura 2.3 representa o conceito da primeira geração do processo de inovação.

Figura 2.3: Primeira geração do processo de inovação – conceito Technology-Push

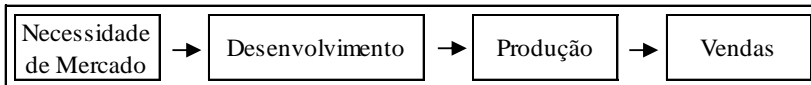


Fonte: Rothwell (1994).

Como demonstrado na Figura 2.3, nessa primeira geração do processo de inovação, as atitudes dos agentes eram orientadas para o avanço científico e para a inovação industrial. Nesse período, havia estímulos políticos e governamentais para o avanço científico em universidades e laboratórios públicos (ROTHWELL, 1994).

De acordo com Rothwell (1994), a segunda geração do processo de inovação diz respeito ao período entre 1960 e início de 1970. O período foi marcado pelo crescimento da produção, em que produtos novos estavam sendo introduzidos no mercado, e baseavam-se em tecnologias já existentes. Nessa geração, a ciência torna-se subordinada às necessidades do consumidor - *Market Pull*. A Figura 2.4 mostra o conceito da segunda geração do processo de inovação.

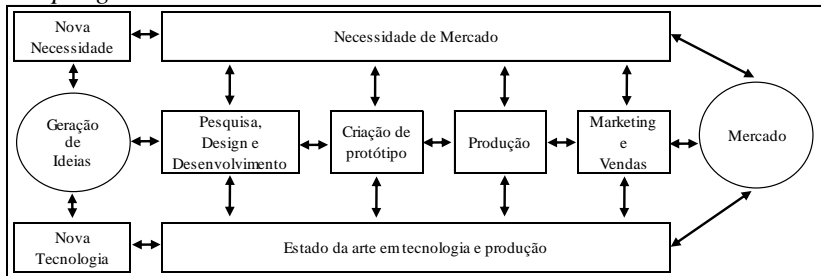
Figura 2.4: Segunda geração do processo de inovação – conceito Market Pull



Fonte: Rothwell (1994).

O período entre 1970 e 1980, em que ocorreu a terceira geração do processo de inovação, destacou-se por altas taxas de inflação e saturação da demanda. Objetivava-se o controle e a redução dos custos, de desperdícios e de erros na produção - *Coupling* (ROTHWELL, 1994). A Figura 2.5 apresenta o conceito da terceira geração do processo de inovação.

Figura 2.5: Terceira geração do processo de inovação – conceito *Coupling*

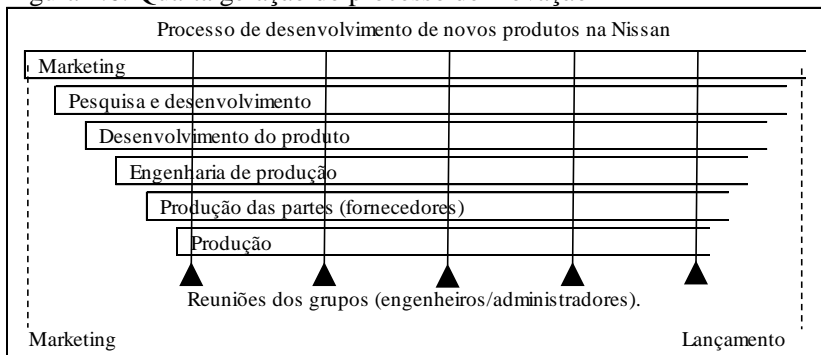


Fonte: Rothwell (1994).

Foi nesse período que tiveram início os primeiros estudos empíricos sobre inovação. Os resultados desses estudos apontaram que os modelos de inovação com base na primeira geração e na segunda geração foram considerados exemplos atípicos de um processo de interação entre a capacidade tecnológica e as necessidades de mercado. Sendo assim, o modelo de inovação da terceira geração foi o que demonstrou melhor prática (ROTHWELL, 1994).

A quarta geração do processo de inovação ocorreu no período de 1980 e início de 1990, em que novas tecnologias de informação desenharam as estratégias de manufatura das indústrias. O período foi marcado pelo crescimento de acordos estratégicos entre empresas (ROTHWELL, 1994). A Figura 2.6 apresenta o conceito da quarta geração do processo de inovação.

Figura 2.6: Quarta geração do processo de inovação



Fonte: Rothwell (1994).

A quinta geração diz respeito à seleção das melhores práticas das quatro gerações anteriores, destacando a relação de sistemas, o networking e relações flexíveis, sendo orientada para a eficiência. Os elementos estratégicos adotados na quinta geração dizem respeito à estratégia baseada no fator tempo, comprometimento e apoio da alta administração, planejamento apropriado antes do projeto, destaque na flexibilidade e responsabilidade da organização, foco no cliente, aproximação com fornecedores, cooperação tecnológica horizontal, processamento eletrônico de dados, e prática de controle da qualidade total.

Dosi (2006) discorre que a tecnologia é um conjunto de parcelas de conhecimento, prático e teórico, formados por *Know How*, métodos e procedimentos de trabalho. Considerando a tecnologia como um processo desenvolvido em longo prazo, é possível identificar novas combinações teóricas para ilustrar que as tecnologias são tidas como determinantes da inovação.

Dosi (1982) aborda uma aproximação entre ciência e tecnologia, relacionando o conceito de tecnologia a aspectos práticos e teóricos, incluindo a percepção limitada de alternativas tecnológicas que podem gerar assimetrias nos sistemas. As atividades inventivas podem ser analisadas sob duas óticas: indução pela demanda (*demand-pull*): tendo as forças de mercado como principais determinantes da mudança técnica; e impulso pela tecnologia (*technology-push*), que tem a tecnologia como um fator autônomo. Embora diversas, as duas abordagens tem como ponto em comum a identificação da mudança técnica ocorrida no processo de desenvolvimento, onde paradigmas tecnológicos e trajetórias tecnológicas são demonstrados para que se entenda a história das instituições.

Segundo Dosi (2006) a abordagem da indução pela demanda possui três limitações: i) a teoria geral dos preços não seria determinada por funções de oferta e demanda; ii) não é viável determinar a função de demanda através do conceito de utilidade e a própria viabilidade do conceito de utilidade; e iii) as dificuldades de se interpretar as inovações através desse processo. Segundo o autor, essa abordagem não é o que acontece no interim de detectar as necessidades e a oferta de um bem ou serviço que atenderia essa necessidade, assim como não há uma explicação para se optar uma opção ou outra, o que torna a teoria inadequada para explicar o processo de mudança.

A abordagem impulsionada pela tecnologia (*technology push*) também é questionada por Dosi (2006). O autor discorre que a

abordagem tem limitações por permitir a verificação da mudança como um evento aleatório, que não considera os elementos econômicos envolvidos fundamentais para o processo de inovação.

Dosi (2006) relata algumas fragilidades encontradas nas duas abordagens: (1) há conceito passivo e mecânico de reatividade para com as mudanças de mercado; (2) incapacidade de definir posicionamentos da firma em relação às mudanças; e (3) desvinculação das mudanças ao longo do tempo com o condicionamento de mercado. Pressuposto 2: O setor elétrico brasileiro, objeto deste estudo, tem suas inovações baseadas em outro formato, que não decorrente da indução pela demanda (*demand-pull*), ou impulsionadas pela tecnologia (*technology-push*), isto é, a inovação no setor elétrico é incentivada por instituições, respeitando-se o progresso técnico do setor.

Segundo Dosi (2006), as empresas diferenciam-se de forma contínua quanto aos arranjos competitivos devido à sua história e ações a serem praticadas no futuro. Outro aspecto levantado pelo autor é que as assimetrias também ocorrem devido às mudanças técnicas, que são sentidas por todas as empresas do segmento, sendo que a diferenciação ocorrerá pelas atitudes e maneiras com que a empresa tratará o evento, elegendo uma posição estática ou dinâmica. A posição estática refere-se às forças gravitacionais num sistema referencial, aproximando-se ou não da fronteira tecnológica. Já a posição dinâmica refere-se aos diversos sistemas de referência. Sendo assim, entende-se que o desenvolvimento econômico depende da identificação das mudanças técnicas que ocorrem.

Essas mudanças podem ser consideradas quebras de paradigmas, que de acordo com Tavares, Kretzer e Medeiros (2005), o paradigma tecnológico é o conjunto de procedimentos utilizados como base em pesquisas tecnológicas, onde os problemas são identificados e os objetivos relatados. Segundo Arend (2009), paradigma é o conjunto de compreensões de certa tecnologia, conferidos por um grupo de indivíduos.

Dosi (1994) afirma que um paradigma tecnológico é um conjunto de procedimentos que orientam a investigação de um problema tecnológico, determinando o contexto, os objetivos a serem atingidos, os recursos utilizados, ou seja, um padrão de solução de problemas técnico-econômicos. Nesse sentido, a trajetória tecnológica é um padrão normativo de atividades para soluções de problemas, determinado pelos limites do paradigma.

Segundo Dosi (1994), um paradigma tecnológico age como um direcionador do progresso técnico, determinando *ex-ante* as oportunidades a serem perseguidas e a serem abandonadas. O paradigma tecnológico é específico de cada tecnologia, ou seja, é uma tecnologia de mudança técnica, com base informações resultantes do conhecimento formal e das capacitações acumuladas pelos inovadores, por meio de experiências anteriores ligadas a cada tecnologia e setor. A trajetória tecnológica por ser considerada como um padrão de progresso por meio da solução incremental dos *trade-offs* demonstrados por um paradigma tecnológico (DOSI, 1988). Dosi (1988) comenta que a trajetória tecnológica pode ser considerada como padrão da atividade normal de resolução do problema, baseado em um paradigma tecnológico.

Nelson e Winter (1992) sugerem o enfoque evolucionista em que o progresso técnico se torne endógeno. Dessa forma, buscam um instrumento de seleção *ex post* por mercado das mutações tecnológicas geradas pelo processo competitivo. Para tanto será necessário que as trajetórias de mudança técnica sejam conhecidas *ex ante*, sendo, dessa forma, a introdução do conhecimento do paradigma e trajetórias tecnológicas. De acordo com Kupfer (1996), os paradigmas e trajetórias tecnológicas são dependentes de interesses econômicos, da capacitação tecnológica e de variáveis institucionais.

Teece e Pisano (1994) comentam que essa estratégia pode ser incentivada pela habilitação de rotinas internas de alta *performance* das firmas e em diversos processos de aprendizagem, baseada em seus processos que se moldam pela trajetória histórica ao longo do tempo. Isso também ocorre nos processos de seleção dos paradigmas tecnológicos, pois as ações são realizadas com a intenção de gerar progresso técnico, e da mesma forma que na ciência, a solução de problemas baseada em paradigmas encontra-se nas rotinas. Ou seja, assim que uma trajetória for selecionada, esta terá um impulso próprio. Nesse sentido, Nelson e Winter (2005) consideram as trajetórias naturais do progresso, como o aperfeiçoamento das ações já existentes.

Nesse sentido, Perez (2004) sustenta que o paradigma é um instrumento difusor de tecnologia, pois o mesmo fornece um modelo que pode ser seguido por diversos agentes a fim de obter melhorias em suas ações. A autora destaca que por meio do aprendizado conquistado a empresa sai de sua situação de conforto ocasionada pelo paradigma anterior.

Nelson e Winter (2005) relatam que depois de determinar certa trajetória tecnológica, a firma gera um impulso próprio a fim de guiar

suas atividades com o intuito de buscar soluções para os problemas rotineiros, que são solucionados através do desenvolvimento do progresso técnico.

Para Dosi (2006), na abordagem de trajetórias o avanço tecnológico é internalizado, diferenciando-se por meio das tendências tecnológicas realizadas pelas firmas. O autor menciona que há características das trajetórias definidas em forma de paradigmas, quais sejam: existência de trajetórias genéricas; ações capazes de incentivar ou coibir o desenvolvimento de novas tecnologias; trajetórias tecnológicas que mantem características cumulativas em que os avanços inovativos são associados com o posicionamento da empresa diante da fronteira tecnológica; dificuldade em mudar de uma trajetória para outra está relacionada ao quanto à trajetória em vigor tem valor quando comparada às outras tecnologias. Para Tigre (2006), a relação com as outras tecnologias é consequente de mudanças no paradigma técnico-econômico, que engloba inovações na tecnologia, no meio social e econômico em que estão inseridas.

Nelson (1995) afirma que rotina significa o comportamento que é realizado sem muito pensamento explícito sobre ele, como hábitos e costumes. No entanto, as rotinas podem ser entendidas como os comportamentos considerados apropriados e eficazes nas situações em que são invocados. As rotinas são o produto de processos que envolvem aprendizagem e seleção orientada para o lucro.

Vale notar a contribuição de Cohen e Levinthal (1989) que consideram as rotinas como genes das empresas com capacidade de determinar comportamentos e ações futuras. Sendo assim, a rotina pode ser tida como capacidade organizacional para lidar com situações ditas pelo ambiente, que é dinâmico e exige adaptações ao cenário econômico.

Para Nelson e Winter (2005), a rotina pode ser entendida como um conjunto de características persistentes e relativas ao comportamento dos agentes, que executam atividades semelhantes ou com incrementos ao longo do tempo, transformando o seu entorno. Sendo assim, vale destacar que a observação das rotinas possibilita melhorar as ações presentes no futuro. Mesmo que as rotinas tenham características de momento, como os comportamentos, estas podem auxiliar na compreensão do processo evolucionário que as construiu. Nesse sentido, Nelson e Winter (2005) classificam a rotina em: (a) rotina como memória da organização, em que os autores defendem que a rotinização das atividades de uma organização caracteriza-se como uma forma de

estocar seu conhecimento específico; (b) rotina como trégua, cujo interesse está na relação das questões de motivação e conflitos internos à organização envolvidos na operação rotineira; e (c) rotina como meta em que se considera o controle, e é aplicada quando a rotina assume a qualidade de uma lei que deve ser cumprida.

Segundo Nelson e Winter (2005), o conjunto de rotinas estabelecido pelas empresas auxilia a operacionalização das tarefas a serem realizadas. Os autores definem habilidade como “a capacidade de ter uma sequência regular de comportamento coordenado que em geral é eficiente em relação a seus objetivos, dado o contexto em que normalmente ocorre” (NELSON; WINTER, 2005, p.116). Sendo assim, nota-se que o conhecimento relacionado em certa habilidade constitui um conhecimento tácito. Dessa forma, as escolhas realizadas demonstram habilidade frente a certo conhecimento, que pode ou não solucionar o problema. Nesse sentido, a rotina auxilia na retenção de conhecimento e na criação da identidade organizacional, por meio do modo como as atividades são realizadas, deixando evidente que o passado tem relevância para o reconhecimento das rotinas. No entanto, para que a inovação ocorra, é necessário que sejam realizadas mudanças nas rotinas, uma vez que a empresa é modificada, e melhorada pela mudança nas ações, desempenhadas pelos seus agentes.

De acordo com Nelson e Winter (2005), busca e seleção de novas oportunidades são características simultâneas e interativas do processo evolucionário, possibilitando a geração de informações que servirão de base para a tomada de decisões. Fato esse que ocorre nos processos de seleção de paradigmas tecnológicos, em que as ações são orientadas para gerar tecnologia, e assim como na ciência, a busca por soluções com base nos paradigmas, está sedimentada nas rotinas. Uma vez estabelecida a trajetória, está terá força própria. Os autores destacam as trajetórias naturais do progresso, representadas pelas ações diversas que as firmas realizam para seu aperfeiçoamento.

Nesse sentido, Dosi (2006) apresenta seis características para representar as trajetórias tecnológicas: (1) podem existir trajetórias mais genéricas ou mais circunstanciais; (2) trata-se de complementaridades entre diversas formas de conhecimento, experiência e habilidades; (3) o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica é denominado fronteira tecnológica; (4) o progresso pode conservar aspectos cumulativos; (5) quando uma trajetória é muito virtuosa, pode ser complexo mudar para uma trajetória alternativa; e (6) a comparação discriminatória entre duas trajetórias tecnológicas é questionável.

Segundo Nelson e Winter (2005), a capacidade de sobrevivência das empresas depende do processo de busca e seleção realizado por elas. O processo de busca é representado pelo comportamento regular das empresas, ou seja, pelas rotinas que as empresas têm, e pela capacidade de modificá-las. De acordo com os autores, “embora as rotinas que governam o comportamento a qualquer momento sejam dados daquele momento, as características das rotinas vigentes podem ser entendidas como referência ao processo evolucionário que as moldou” (NELSON; WINTER, 2005, p. 36).

As rotinas podem ser ações operacionais em curto prazo, ações que são fixas período a período, e, ações que acarretam em modificações nas características em longo prazo, ou seja, àquelas que proporcionam inovação (NELSON; WINTER, 2005). Nelson e Winter (2005) discorrem que

Busca e seleção são aspectos simultâneos e interativos do processo evolucionário: os mesmos preços que geram o *feedback* da seleção também influenciam as direções da busca. As firmas evoluem ao longo do tempo através da ação conjunta de busca e seleção, e a situação do ramo de atividades em cada período carrega as sementes de sua situação ao período seguinte (NELSON; WINTER, 2005, p. 40).

O que leva as empresas a realizarem a busca e a planejar as rupturas com soluções tecnológicas precedentes é a procura pela criação de posições vantajosas no mercado, além da valorização de seus recursos. Por conseguinte, a competição é o que sustenta o comportamento inovativo, que segundo o pensamento evolucionista, é fundamental para a realização da etapa de seleção (AREND; CARIO; ENDERLE, 2012).

De acordo com Nelson e Winter (2005), no enfoque evolucionista o progresso técnico se torna endógeno, e tem como direcionador o paradigma tecnológico, definindo antecipadamente as oportunidades a serem perseguidas e as a serem abandonadas. Sendo assim, percebe-se que o paradigma tecnológico tem poder de exclusão (DOSI, 2006). Os paradigmas tecnológicos são específicos de cada tecnologia, de cada setor, sendo uma tecnologia de mudança técnica, que se dá com base em conhecimentos científicos ou tácitos, e da acumulação de habilidades dos inovadores, por meio de experiências anteriores (DOSI, 2006). No paradigma tecnológico, há um padrão de solução de problemas, cujos

resultados de progresso dentro desse compõem certa trajetória tecnológica, aprimorando a tecnologia, por meio da percepção de oportunidades percebida pelos agentes (DOSI, 1982).

Cada paradigma tecnológico incorpora uma combinação específica de determinantes exógenos da inovação e determinantes que são endógenos ao processo de concorrência e de acumulação tecnológica de firmas particulares. Sendo assim, cada paradigma compreende modos de busca, bases de conhecimento e combinações entre as formas de conhecimento tecnológico, sejam públicas ou privadas. Cada arranjo organizacional incorpora procedimentos para alocar recursos em atividades particulares e para o uso eficiente desses recursos na busca por novos produtos, processos e procedimentos para melhorar as rotinas existentes (DOSI, 1988).

Nesse sentido, segundo Nelson e Winter (1982), as rotinas podem ser consideradas a técnica, a forma de trabalho da firma, podendo essa adaptá-la de acordo com suas necessidades, ou seja, quando for necessária uma mudança técnica, para sanar algum imprevisto ou problema, a firma terá capacidade de realizá-la, pois tem poder sobre suas rotinas, podendo alterá-las. Esse processo de alteração de rotinas é considerado como processo de aprendizado, que busca novas soluções para a rotina dos agentes, e para as técnicas utilizadas por eles (ZAWISLAK, 1996).

Sendo assim, a inovação é realizada quando a firma procura solucionar problemas e melhorar seus processos por meio da mudança das rotinas, e do aprendizado que ocorre nesse momento, por meio da repetição de tarefas, o que faz com que a aprendizagem seja mais rápida, pois permite o acúmulo de conhecimento e possibilita aquisição de habilidades que serão úteis na resolução de problemas e na percepção de oportunidades, o que resultará na evolução da empresa. Nesse sentido, percebe-se que a capacidade da empresa desenvolve-se por meio de path dependencies, ou seja, os hábitos, as tradições fazem parte da história da firma, e sua trajetória, não só importa, como pode influenciar os processos de decisão (ZAWISLAK, 1996).

Segundo Dosi (1988), apropriabilidade, tacitividade parcial, especificidade, incerteza, variedade nas bases de conhecimento, nos procedimentos de busca e nas oportunidades, cumulatividade e irreversibilidade são características gerais do progresso tecnológico. Com isso, a natureza endógena das estruturas de mercado ligadas a inovação, as assimetrias entre as firmas, a dependência da história, os retornos crescentes e a natureza evolucionária dos processos de

inovação são alguns dos principais elementos do processo de mudança tecnológica, assim como o aprendizado e o conhecimento.

2.2.1.2.2 *Aprendizado e conhecimento*

De acordo com Lemos, Lastres e Albagli (1999), o aprendizado é a busca de oportunidades tecnológicas que geram melhorias nos mecanismos de busca e permitem o desenvolvimento de produtos novos. Sendo assim, os indivíduos podem aprender por meio de conhecimentos universais, específicos, públicos e privados. Nesse sentido, Malerba (1992) discorre a respeito da cumulatividade de conhecimento apresentando o termo *apropriabilidade*, ou seja, considerando a dependência que as empresas têm em relação à aquisição de informações e conhecimento por parte dos funcionários.

Segundo Dosi (1988), a inovação contempla as diversas maneiras de se inserir ou adotar novas formas de realizar as tarefas, seja pela experimentação, imitação ou adoção de novos produtos (DOSI, 1988). Lemos, Lastres e Albagli (1999) consideram inovação as mudanças organizacionais utilizadas para o formato da organização e da gestão da produção. Isso é possível por meio da aprendizagem e do conhecimento adquirido ao longo do tempo.

Johnson e Lundvall (2006) relatam que o aprendizado permite a aquisição de diversos tipos de conhecimento que podem auxiliar um posicionamento favorável para as empresas. Nesse sentido, Malerba (1992) destaca seis tipos de aprendizados, sendo:

- *learning by doing*: a ação tem caráter interno. É necessário que se tenha conhecimento tácito do processo, de modo que o indivíduo envolvido no aprendizado alcance as novas habilidades (ROSENBERG, 2006). O aprendizado ocorre por meio de prática, e acontece normalmente no estágio da produção, podendo gerar constantes modificações e inovações incrementais em produtos e processos.

- *learning by using*: a aprendizagem ocorre por meio do feedback do mercado, com informações a respeito de necessidade ou não em produtos. Dessa forma, é possível realizar ajustes e melhorar produtos. Este tipo de aprendizado é importante para bens de capital e diferenciação de produtos (ROSENBERG, 2006).

- *learning by interacting*: considerando *learning by doing* e *learning by using*, é possível a obtenção de conhecimento por meio da interação (MALERBA, 1992);

- *learning from advances in science and technology*: é a combinação do conhecimento endógeno da fábrica (*learning by doing*) com os que ocorrem com consumidores e fornecedores (*learning by using*). Neste tipo de aprendizagem, destaca-se a interação entre produtor e consumidor, uma vez que o aprendizado ocorre através da troca de informações qualitativas entre usuário e produtor. Dessa forma, considera-se tanto o conhecimento adquirido no passado como as novas informações que estão sendo processadas. O *learning from advances in science and technology* ocorre também fora da empresa, pela absorção de novos conhecimentos tecnológicos e científicos colocados em prática no desenvolvimento de produtos e processos em outros setores ou indústrias (MALERBA, 1992);

- *learning from inter-industry*: ocorre de forma exógena à empresa, quando a mesma procura tomar conhecimento das ações e direcionamentos tecnológicos realizados pelos concorrentes. Esse tipo de aprendizado pode ocorrer ainda no ambiente no qual a empresa está inserida (MALERBA, 1992);

- *learning by searching*: ocorre internamente por meio da formalização de atividades relacionadas ao desenvolvimento de novos conhecimentos, principalmente em atividades de P&D, sendo recomendado que a empresa ajuste sua estrutura organizacional de modo que a mesma possibilite a promoção de inovações e melhorias (MALERBA, 1992). A propósito disso, Mazzucato (2014) comenta que os gestores devem identificar as condições necessárias para que os gastos em P&D afetem de forma positiva o crescimento da empresa.

Tigre (1998) destaca que o aprendizado é importante para apropriação e treinamento das novas oportunidades que aparecem no decorrer de processos que compreendem a utilização de recursos organizacionais. De acordo com Lundvall (2004) as adaptações, quando alicerçadas no corpo institucional, possibilitam a quebra de rotina e a procura por melhorias em produtos, processos e serviços. Sendo assim, observa-se que o aprendizado auxilia a análise do processo de inovação e da concorrência sob um novo olhar, um novo paradigma.

No entanto, Lundvall (2004) discorre que ao se considerar o caráter dinâmico dos paradigmas, deve-se considerar que o conhecimento é uma combinação de habilidades tanto individuais quanto coletivas, e que a escolha adequada destas, e o monitoramento e aproveitamento de mudanças organizacionais e tecnológicas, pode levar a empresa a se diferenciar das demais e ganhar competitividade. Sendo assim, o aprendizado pode ser considerado também uma rotina.

Na literatura econômica, o conhecimento é classificado por Lundvall (2006), em quatro categorias, sendo: *know-what*, *know-why*, *know-how* e *know-who*. *Know-what* se refere ao conhecimento sobre os fatos, ou seja, são as informações. No entanto, Dosi (1988) discorre que há necessidade de se fazer distinção entre informação e conhecimento, uma vez que a informação é passada para os indivíduos de forma codificada, precisando de conhecimentos para que seja compreendida.

A segunda categoria, *know-why*, diz respeito ao conhecimento acerca de princípios a respeito da natureza, da mente humana e da sociedade, sendo importante para o desenvolvimento tecnológico em áreas de ciência básica. A categoria de conhecimento *know-how* se refere às habilidades de se realizar alguma coisa. As informações são complexas e expressas por meio de capacidades com base em experiências. Já *know-who* diz respeito a conhecer “quem sabe o quê” e “quem sabe o que fazer”, sendo necessária a comunicação com profissionais especialistas no assunto a ser pesquisado (JOHNSON; LUNDVALL, 2005).

O conhecimento pode ocorrer de forma tácita ou explícita. Nesse sentido, Teece (1998) discorre que o conhecimento explícito é codificado, pois parte do conhecimento humano pode ser especificado ou comunicado verbalmente ou na forma de símbolos. Já o conhecimento tácito é intuitivo, não articulável e dificilmente codificado e transferido, pois só pode ser demonstrado na prática.

Nonaka e Takeuchi (1997) relatam o conhecimento explícito pode ser generalizado por meio de dedução lógica e adquirido por estudos. Para os autores, o conhecimento tácito uma vez que tem por base a experiência, apenas pode ser adquirido pela prática, como afirma Malerba (1992) por meio de *learning by doing*.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento é resultado da interação social. Os autores propõem maneiras de converter conhecimento tácito em explícito, e vice-versa, sendo:

- a) socialização: o conhecimento tácito é convertido em explícito quando ocorre o compartilhamento de experiências, por meio de observação, prática e imitação;
- b) externalização: o conhecimento tácito é transformado em explícito por meio do processo de interação, diálogo e reflexão coletiva, sendo que a indução e a dedução são métodos utilizados para que o processo ocorra. Sendo assim, a externalização é responsável pela criação do conhecimento, pois possibilita novos explícitos por meio do conhecimento tácito;

c) combinação: transforma o conhecimento explícito em conhecimento tácito por meio da sistematização de conceitos em um sistema de conhecimentos;

d) internalização: converte o conhecimento explícito em tácito por meio da internalização das experiências vivenciadas à base do conhecimento do indivíduo.

Nonaka e Takeuchi (1997) discorrem que esses processos de transferência de conhecimentos permitem o aproveitamento do conhecimento individual para a geração de inovação na empresa, transformando o conhecimento tácito do indivíduo em conhecimento coletivo.

Segundo Lemos, Lastres e Albagli (1999), a disseminação do conhecimento ocorre ao se: promover a articulação entre agentes locais, empresas, instituições de ensino, P&D e outras instituições de apoio e fomento; estabelecer ações conjuntas que envolvem desde o investimento em pesquisas e desenvolvimentos até a comercialização dos produtos finais; disseminar o uso de infraestrutura tecnológica disponíveis; incentivar o desenvolvimento da inovação; promover a capacitação de empresas no uso de novas tecnologias para aplicação imediata.

Nesse sentido, Dosi (1988) destaca que a formação de um novo conhecimento científico e tecnológico gera mudanças nas oportunidades tecnológicas, sendo que estas refletem a situação dos agentes em certo momento, podendo facilitar ou dificultar atividades inovadoras. Sendo assim, percebe-se que o conhecimento proporciona novos paradigmas tecnológicos, e a descoberta de novas oportunidades. De acordo com Lundvall (2002), competição, aprendizagem e inovação são processos circulares que se retroalimentam.

Albagli e Brito (2003) relatam que o conhecimento gerado é cumulativo e que com o tempo os processos de busca e seleção são melhorados. Rosenberg (2006) afirma que o processo de busca e seleção constantes, tem influenciado o campo do conhecimento aplicado, quando este é utilizado para novas combinações em produtos e processos. Sendo assim, percebe-se que essas mudanças são realizadas pela aplicação do conhecimento, ou seja, é estimulada pelo aprendizado, que formando uma cultura organizacional, auxilia na sustentação de mudanças que possam ocorrer no ambiente institucional.

2.2.1.2.3 *Estratégia*

No âmbito organizacional, os estudos de estratégia são inicialmente realizados por Chandler (1962), que discorre que a mesma é utilizada para determinar os objetivos da empresa em longo prazo, direcionando a organização para a ação, e para a adoção das políticas mais adequadas aos seus objetivos.

Em 1965, Ansoff definiu estratégia como o estabelecimento de conjuntos de regras de decisões que são formados com o intuito de orientar o comportamento organizacional como possibilidade de adaptação às modificações do ambiente econômico. Por sua vez, Andrews (1980) entende estratégia como um padrão de decisões que determinam os objetivos organizacionais, produz as principais políticas, identifica o segmento de negócio, o tipo de organização econômica e humana que a empresa pretende ser, além da natureza das contribuições econômicas e não econômicas a serem oferecidas aos acionistas, empregados, clientes e à comunidade.

Hrebiniak e Joyce (1985) estudaram a relação da escolha estratégica versus seleção ambiental, verificando os diversos modelos teóricos propostos até então e analisando se a mudança estratégica é uma questão de escolha gerencial ou é resultado de regras de mercado. Segundo os autores, há duas linhas de análise: determinismo ambiental, que percebe o ambiente como o grande condutor das mudanças ocorridas nas organizações, isto é, destaca a capacidade relativa do ambiente da organização de influenciar ou de limitar suas ações; e a escolha estratégica, que confere às pessoas e às organizações o livre arbítrio, que ocorre na capacidade de tomada decisão e de criação de condições para a mudança organizacional.

A relação dessas duas linhas origina quatro tipos de comportamento, quais sejam: a) seleção natural: mínima capacidade de escolha; b) diferenciação: alta capacidade de escolha estratégica e alto grau de determinismo ambiental; c) escolha estratégica: máxima capacidade de escolha e adaptação planejada; d) escolha indiferente: escolha incremental e adaptação pelas oportunidades (HREBINIAK; JOYCE, 1985).

Porter (1986) considera a estratégia como uma manobra para atingir vantagem competitiva, por meio do posicionamento da empresa em um setor econômico em que está inserida. Mintzberg (1994) conceitua estratégia como padrão e comportamento que descreve a organização em determinado período, posição da empresa no mercado,

ou perspectiva da empresa realizar suas ações. Stoner e Freeman (1999) definem estratégia sob duas perspectivas: o que a empresa pretende fazer, definindo objetivos e implementando missões, e o que a organização realmente realiza, ou seja, a trajetória trilhada pela empresa durante seu período de existência.

O campo da gestão estratégica tem se dividido, essencialmente, em dois paradigmas: visão baseada na indústria (PORTER, 1986) e visão baseada nos recursos da empresa (BARNEY, 1991). A abordagem da visão baseada em recursos (RVB) tem sua base no trabalho de Penrose (1959), em que a autora discorria que as empresas crescem acumulando capacidades e recursos e, esse crescimento juntamente com o lucro, são seus objetivos fundamentais.

Outro aspecto levantado por Ansoff (1965), citado anteriormente, é que a estratégia é o fio condutor entre o passado e o presente, o que não ocorria na visão baseada na indústria (PENG et al., 2009). Segundo Quinn (2006), a estratégia é um plano que integra os principais objetivos, políticas e ações de uma organização, podendo ser definidas a priori (*ex ante*) ou como o conjunto de resultados definidos a posteriori, como produto de comportamentos organizacionais (*ex-post facto*) (DRUCKER, 1994).

Para Mintzberg e Quinn (2001), a estratégia deve compor as metas e ações da organização. A estratégia é um elemento que integra as empresas, fazendo parte de suas práticas (WHITTINGTON, 2006). Para tanto, de acordo com Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000), o processo de formação de estratégias tem como base o fluxo de decisões e ações estratégicas, intencionadas ou não, realizadas ou não, denominadas estratégias intencionadas, estratégias não realizadas, estratégias deliberadas, estratégias emergentes e estratégias realizadas. Os autores discorrem que as organizações “[...] desenvolvem planos para o seu futuro e também extraem padrões de seu passado. Podemos chamar uma de estratégia pretendida e a outra de estratégia realizada” (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2000, p. 18).

Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000) discorrem que formular a estratégia e implementá-la (estratégia intencionada) não é suficiente, pois é também necessário ficar atento para as estratégias que emergem do aprendizado organizacional, as chamadas estratégias emergentes. Dessa forma, entende-se que as duas abordagens não são excludentes, mas sim complementares.

Mintzberg (2006) define estratégia classificando-a em cinco formas, os “Cinco Ps” para estratégia, quais sejam: (a) estratégia como

plano: tipo de aspiração para lidar com uma situação futura; (b) estratégia como pretexto: definição de uma tática para ir além da concorrência; (c) estratégia como padrão: visa à padronização de ações; (d) estratégia como posição: destaca a interação entre organização e ambiente em que ocorre o negócio, considerando o ambiente externo à organização e (e) estratégia como perspectiva: modo como a organização percebe o mundo, isto é, considera o ambiente interno da organização.

Sob a ótica da organização industrial, Kupfer e Hasenclever (2002) abordam estratégia como alternativa à microeconomia com o intuito de explicar a importância das estruturas de mercado nas decisões empresariais, e de forma mais específica, na escolha de preços e quantidades de produção e, por consequência, na otimização no uso dos fatores de produção escassos para a busca do bem-estar. Nesta abordagem o ambiente é mais determinante da estratégia do que as decisões realizadas pelos gestores sobre aspectos internos da organização (SCHENDEL, 1992).

Para completar o tripé da gestão estratégica, surgiu nos últimos anos, um terceiro paradigma: a visão institucional, vindo a complementar os anteriores (visão baseada na indústria e visão baseada em recursos) (PENG et al., 2009). De acordo com Garrido et al. (2014), a visão baseada em instituições procura demonstrar que os fatores institucionais interferem na vantagem competitiva das empresas, e que as escolhas estratégicas são resultado da interação dinâmica entre as organizações e o ambiente institucional formal e informal (PENG, 2002). Nesse sentido, Jarzabkowski (2008) relata que as escolhas estratégicas não são apenas impulsionadas por condições da indústria e pelas capacidades da empresa, mas também são reflexo das restrições formais e informais de um quadro institucional particular que os gestores enfrentam.

De acordo com Utterback (1994), o processo de inovação está subordinado à estratégia empresarial e objetiva desenvolver tecnologias que sejam referência no mercado. Nesse sentido, instala-se o Pressuposto3: Projetos de P&D e inovações não fazem parte do rol de estratégias das empresas brasileiras geradoras de energia elétrica.

2.2.1.2.4 Regime tecnológico e padrão setorial de inovação e P&D

Segundo Porter (1986), um dos determinantes decisivos da competitividade é o desenvolvimento da tecnologia. Neste sentido, tem-

se que a P&D de uma organização pode levar à vantagem competitiva. Dessa forma, entende-se que a criação de um setor de P&D pode proporcionar ganhos para a empresa. Para Govindarajan e Trimble (2006), P&D busca a inovação tecnológica, e tem importância estratégica para as empresas.

De acordo com Khuarana (2006), P&D contempla diversas atividades organizacionais e pode ser vista sob dois enfoques: a pesquisa e o desenvolvimento. Sendo assim, a pesquisa pode ser classificada em: pesquisa básica e pesquisa aplicada. Já o desenvolvimento pode ser estruturado em quatro tipos de atividades: desenvolvimento de novo produto, adaptação e extensão do produto, engenharia de apoio ao produto e engenharia de processo. Henderson e Sifonis (1988) discorrem que é importante que os planos empresariais e estratégicos estejam alinhados com o plano de tecnologia estratégico para que a inovação seja possível.

A função de P&D é uma das principais fontes de mudanças nas empresas, solicitando desenvolvimento de projetos não rotineiros, com certo nível de incerteza. O esforço de P&D pode resultar no aperfeiçoamento de produtos e processos, busca de novas aplicações para os produtos já existentes, assessoria técnica às outras áreas da organização e capacitação de recursos humanos em estratégias novas (KRUGLIANSKAS, 1991).

O centro de P&D tem sua configuração direcionada às estratégias tecnológicas da empresa e da expectativa que ela tem do setor de P&D. As empresas que enfatizam o setor tecnológico implantam uma unidade formal de P&D, enquanto que as empresas de menor porte ou menor ênfase em P&D podem realizar as atividades de P&D juntamente com outros setores, como engenharia, produção e outros (KRUGLIANSKAS, 1991). As equipes podem ser formadas por uma pequena quantidade de técnicos ou por dezenas de profissionais. Da mesma forma, ocorre com os recursos financeiros disponibilizados, que podem variar muito de empresa para empresa (KRUGLIANSKAS, 1991).

Para se alcançar os resultados da função de P&D são realizadas atividades denominadas integrantes do espectro de P&D que envolvem planejamento, pesquisa exploratória e aplicada, desenvolvimento, *engineering*, pesquisa mercadológica entre outros (KRUGLIANSKAS, 1991).

De acordo com Corder e Salles-Filho (2004), o processo inovativo é composto por diversas etapas, sendo que estas vão desde a pesquisa até a comercialização, que são realizadas em organizações

públicas, privadas ou do trabalho conjunto de ambas. A parceria público-privada tem sido incentivada pelo governo para a realização de atividades de P&D. Nesse sentido, vale considerar a Lei de Inovação em vigor no Brasil, cujo objetivo é estimular esse tipo de atividade.

A relação entre empresas e governo, no intuito de gerar pesquisas e desenvolvimento, tem sido tratada por diversos autores, como Etzkowitz e Leydesdorff (2000), Afonso, Monteiro e Thompson (2010), Etzkowitz (2011), Carayannis, Barth e Campbell (2012) e Ferreira (2013) entre outros, demonstrando a interação desses agentes por meio da Tripla Hélice, Quádrupla Hélice e Quíntupla Hélice, sendo esta última a ser considerada neste projeto de tese.

Dessa forma, demonstra-se como a Quíntupla hélice (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012) derivou-se dos outros dois modelos: a Tripla Hélice e a Quádrupla Hélice.

a) **Tripla Hélice**

O modelo Tripla Hélice, proposto por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), centra-se na inter-relação entre indústria, governo e academia, estando focado no desenvolvimento econômico por meio de parcerias e geração de conhecimento. De acordo com Etzkowitz (2003) este modelo baseia-se na hipótese de que a economia sustenta o conhecimento; que a inovação deriva das relações entre empresas; instituições públicas e de ensino superior, com reflexo na produção das empresas e fonte do conhecimento e tecnologia possibilitando relações contratuais e assegurando estabilidade nas interações.

Segundo Ferreira (2013), o modelo está baseado em três pilares: a importância do ensino superior na inovação, dividido com empresas e com o governo em uma sociedade fundamentada no conhecimento; interação entre as principais esferas institucionais; e as funções que cada agente institucional tem no processo da inovação como um agente inovador: governo, empresas e instituições do ensino superior trocam de funções em alguns pontos.

Sendo assim, Ferreira (2013) destaca que as universidades representam o capital intelectual e a geração de conhecimento científico. Já a indústria corresponde à criação de riqueza econômica e constitui as estratégias empresariais ou corporativas. Diz respeito aos instrumentos de controle e regulação da esfera pública e contemplam os regulamentos, as políticas e as estratégias e a ação dos dirigentes.

Segundo Etzkowitz (2011), o modelo da Tripla Hélice visa demonstrar os papéis e a cooperação entre universidade, empresa e governo, em uma troca de conhecimento, experiência e

desenvolvimento. Esses conceitos estão relacionados com a ideia de empreendedorismo e inovação, uma vez que a empresa objetiva o melhoramento de seus produtos ou serviços, e possivelmente o desenvolvimento de tecnologias. De acordo com Luengo e Obeso (2013), trata-se de um modelo que tem o intuito de orientar as políticas voltadas para a inovação a partir das informações e conhecimentos desenvolvidos nos três eixos do modelo (indústria, universidade e governo).

No setor de energia elétrica, a mitigação das alterações climáticas é um compromisso que exige uma abordagem ampla. Sendo assim, é necessário, além de recursos financeiros, o envolvimento da comunidade científica, de governos e de agentes privados para atingir os objetivos de desenvolvimento do setor. Os projetos de pesquisa são de longo prazo e seus retornos são de interesse social e econômico para a sociedade como um todo, o que justifica a colaboração pública e privada (COSTA-CAMPI; GARCIA-QUEVEDO; TRUJILLO-BAUTE, 2015).

Cassiolo e Lastres (2005) discorrem que um sistema de inovação pode ser conceituado como um conjunto de instituições diversas, podendo ser empresas, instituições de ensino e pesquisa, governos, instituições de financiamento e outros, que colaboram para o desenvolvimento e difusão de tecnologias. É com base nessas instituições que o governo desenvolve e efetua políticas que incentivem a inovação. A Tripla Hélice está relacionada com o conceito de Sistema de Inovação, que de acordo com Lundvall e Borrás (2007), foi desenvolvido na Europa e nos Estados Unidos na década de 80.

Com o passar dos anos, o Estado, que antes detinha maior influência, foi sendo equiparado com o papel da indústria e da academia, resultando em estruturas híbridas (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012). A partilha de informações que ocorre entre esses três atores - indústria, governo e academia - pode ocasionar transferência de tecnologia e de conhecimento entre os mesmos, possibilitando a criação de *Spin-Offs*.

De acordo com a OCDE (2005), *Spin-Offs* podem ser caracterizados como:

- a) organizações desenvolvidas por pesquisadores do setor público (professores, estudantes, pesquisadores ou pessoas da área acadêmica);
- b) organizações emergentes que dispõem de licenças de exploração de tecnologias geradas no setor público;

c) organizações emergentes sustentadas por participação direta de fundos públicos, ou que foram criadas a partir de instituições públicas de pesquisa.

Percebe-se que *Spin-Off* refere-se tanto a empresas, sejam elas públicas ou privadas, universidades e incubadoras. O conceito tem se disseminado, em função do benefício que o sistema possibilita, ou seja, a troca de conhecimentos, criação de redes e transferência de tecnologia entre organizações. Nesse sentido, Freitas et al. (2011) discorrem que em diversos países, os governos tem apoiado a criação de empresas fundadas com a colaboração universidade/indústria. A propósito, Corder e Salles-Filho (2004) destacam que a formação de empresas de alta tecnologia também é incentivada pelos governos. Para tanto, empresas desse tipo necessitam de recursos para abertura, expansão e continuidade. No entanto, esta é uma prática reduzida no Brasil, devido ao tímido investimento em ciência e tecnologia.

De acordo com Etzkowitz e Leydesdorff (2000), o modelo da Tríplice Hélice passou por uma evolução ao longo dos anos, em função de melhorias sugeridas ao modelo. Mudanças também ocorreram nas interações entre os agentes, demandando novas formas de representação do processo.

b) Quádrupla Hélice

O modelo Quádrupla Hélice diz respeito ao modelo anterior, Tripla Hélice, sendo adicionada a cooperação da sociedade na elaboração de políticas, conciliando dessa forma, os papéis com os atores apresentados na Tripla Hélice. De acordo com Ferreira (2013), este modelo acrescenta à universidade, à indústria e ao governo, a sociedade civil, por meio da cultura e da mídia. O modelo confere relevância à cultura do conhecimento e ao conhecimento da cultura, aos valores e estilos de vida, à diversidade dos modos de produção de conhecimento e inovação.

Segundo Afonso, Monteiro e Thompson (2010), a interação entre empresa, universidade, governo e sociedade civil é necessária para o crescimento sustentável. Ferreira (2013) destaca que no desenho das estratégias e políticas de conhecimento e inovação, devem-se observar as contribuições da sociedade e da mídia, a fim de alcançar metas e objetivos estabelecidos.

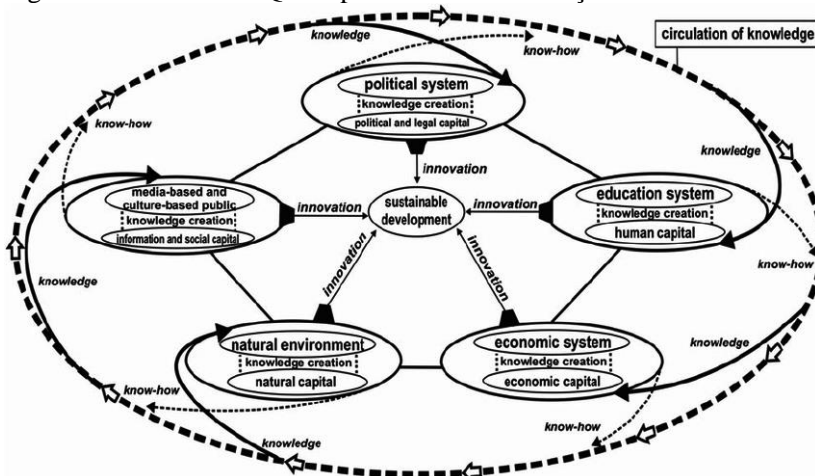
c) Quíntupla Hélice

A partir dos modelos anteriores, a Quíntupla Hélice agregou as características apresentadas nos outros dois modelos, Tripla Hélice e

Quádrupla Hélice, incorporando a perspectiva ambiental como um papel influente neste modelo (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012). Sendo assim, o modelo Quintupla Hélice tem como base o conjunto de interações sociais e intercâmbios acadêmicos em um Estado com o objetivo de promover e demonstrar um sistema cooperativo de conhecimentos, habilidades e inovações para um desenvolvimento mais sustentável. Nesse modelo, as necessidades ecológicas também são direcionadoras da produção de conhecimento e inovação, compreendendo uma relação sinérgica entre sociedade, economia e ecologia (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012).

De acordo com Carayannis, Barth e Campbell (2012), depois do capital humano, o elemento constituinte com maior relevância no modelo Quintupla Hélice é o conhecimento, podendo esse ser transferível entre subsistemas, com vistas à inovação e criação de um know-how para a sociedade e para a economia. Dessa forma, o modelo apresenta como sistemas: (a) sistema de ensino; (b) sistema econômico; (c) meio ambiente; (d) sistema baseado na cultura da sociedade civil e na mídia; e (e) sistema político. A Figura 2.7 apresenta um esquema de representação da Quintupla Hélice e seus subsistemas.

Figura 2.7: Modelo de Quintupla Hélice e suas funções



Fonte: Etzkowitz e Leydesdorff (2000) e Carayannis, Barth e Campbell (2012).

De acordo com a Figura 2.7, observa-se que:

- a) O Sistema de Ensino, como o primeiro subsistema, refere-se à academia, às universidades, aos sistemas de ensino superior e às escolas. Nesta hélice, o capital é humano, formado por estudantes, professores, cientistas/pesquisadores, empreendedores acadêmicos, por meio da difusão e pesquisa de conhecimento.
- b) O Sistema Econômico é formado pela indústria, das organizações, dos serviços e dos bancos. Nessa hélice concentra-se o capital econômico, englobando empreendedorismo, máquinas, produtos, tecnologia, capital de um estado.
- c) O Sistema Meio-Ambiente visa proporcionar desenvolvimento sustentável, sendo composto pelo capital natural, como por exemplo: recursos naturais, plantas, animais.
- d) O Sistema baseado na Cultura da Sociedade Civil e na Mídia é constituído por duas formas de capital: (a) capital social, referente à cultura (tradição, valores, costumes) e a mídia (televisão, internet, jornais); e (b) capital de informação, que integra notícias, comunicação e as redes sociais.
- (e) O Sistema Político formula as diretrizes para condução do Estado, definindo, organizando e administrando as condições gerais do mesmo. Esta hélice possui capital político e legal, por meio de leis, ideias, planos e políticas.

Conforme Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015), as instituições de pesquisa buscam a cooperação com o intuito de beneficiarem-se do aprendizado compartilhado. Existe também a preocupação de divulgar os resultados alcançados com os recursos públicos direcionados a P&D. Com o intuito de incentivar o desenvolvimento e o relacionamento entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, leis e decretos têm sido publicados. Dentre elas está a Lei nº 12.349/2010, que alterou itens da Lei de Licitações, beneficiando o desenvolvimento e a inovação tecnológica brasileira; a Lei nº 12.863/2013, que modificou a carreira do Magistério Federal e facilitou as relações de docentes com o sistema de inovação; a PEC nº 290/2013, que renovou o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação nos dispositivos constitucionais; e a Lei nº 9.279/1996, referente à legislação de propriedade industrial, que estabeleceu um marco regulatório mais claro para determinação dos direitos de propriedade de bens intangíveis (RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015).

De acordo com Nelson e Winter (2005), os regimes tecnológicos podem ser entendidos como aquilo que pode ser realizado, considerando limitações econômicas, físicas e biológicas. Sendo assim, entende-se

que o regime tecnológico está relacionado à capacidade das organizações em aproveitar a tecnologia disponível com o intuito de investir acertadamente em projetos de P&D, buscar inovações, e fornecer soluções tecnológicas.

Breschi e Malerba (2001) discorrem que o aproveitamento de oportunidades ocorre de forma externa, quando é derivada de conhecimentos científicos desenvolvidos em laboratórios estatais e de universidades, da interação com fornecedores e clientes que realizem sugestões de melhorias, e de forma interna, pelo conhecimento tácito e explícito administrados durante a trajetória tecnológica. Nesse sentido, quanto maior for a segurança do setor, mais confiança os gestores terão em aplicar recursos em P&D.

Segundo Orsenigo (1995), quatro grandes variáveis configuram os regimes tecnológicos: oportunidades tecnológicas, apropriabilidade das inovações, cumulatividade do conhecimento e capacidade de aprendizado, sendo que a forma como as variáveis estão consideradas no setor ditarão qual o padrão de desenvolvimento tecnológico será assumido. Nesse sentido, Pavitt (1984) relata que o nível de apropriação tecnológica das firmas está relacionado à forma como ela desenvolveu esta habilidade, ou seja, a transmissão do conhecimento é complexa.

Entende-se por cumulatividade dos processos inovativos, a influência que o conhecimento e as ações realizadas em determinado momento tem em relação ao conhecimento e capacidade inovativa para o futuro, ou seja, as competências de hoje serão essenciais para as estratégias inovativas no futuro. Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) sugerem que as empresas mais inovativas no presente terão maior probabilidade de serem inovativas no futuro baseado na cumulatividade dos processos inovativos. Dessa forma, tem-se que a cumulatividade é uma variável que pode explicar os padrões setoriais de inovação, pois com base em sua cumulatividade, as empresas determinarão a trajetória para desenvolvimento de inovações incrementais, tornando-as específicas de cada empresa, e possivelmente um padrão para o setor.

Segundo Orsenigo (1995), nos ambientes em que o grau de inovação é alto, é necessário que os incentivos sejam maiores por parte das empresas para que desenvolvam estratégias e designem investimentos a fim de atender as pressões do setor. Já em setores onde as mudanças ocorrem mais devagar, as empresas podem adotar um posicionamento diferenciado e realizar as atividades observando suas limitações.

Para Lundvall (2003), o conhecimento determina oportunidades do setor, gerando possibilidades ao longo da trajetória tecnológica, quais sejam: integrar diferentes bases científicas; absorver competências em relação ao processo de P&D, equipamentos de manufatura, engenharia, produção e mercado, para realizar as atividades inovativas; acionar interdependências no sistema, entre outras possibilidades.

Freeman e Soete (2008) consideram as inovações como o centro do progresso econômico, uma vez que possibilitam melhorias na qualidade de vida, conservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Os autores destacam, além das fontes de inovação provenientes de fatores exógenos, àqueles advindos de P&D.

De acordo com o manual Frascati, OECD (1997), as atividades de P&D buscam compreender o trabalho criativo de forma sistemática com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimentos, incluindo os conhecimentos do homem, da cultura e da sociedade, e o uso desse estoque de conhecimentos para prever novas aplicações.

Sendo assim, os resultados de P&D são a geração de conhecimentos, tanto de pesquisa básica, como de pesquisa aplicada (provenientes de aplicações específicas). Nota-se que estes resultados dependem da trajetória, *path dependence*, da pesquisa em curso, pois as fases da pesquisa são dependentes entre si (FREEMAN; SOETE, 2008). Para Freeman e Soete (2008) quando as firmas inovam, elas têm capacidade de modificar as características do mercado. Os autores abordam estratégias inovativas as quais podem ser adotadas pelas empresas, quais sejam:

a)Ofensiva: utilizada pela empresa que busca ser líder no mercado. O P&D é intensivo, e os recursos envolvidos, tanto humanos, como materiais são específicos. Envolve riscos altos, e a proteção por meio de patentes é fundamental para garantir retorno nos investimentos. Há também investimento em pesquisa aplicada e em desenvolvimento experimental;

b)Defensiva: empresas que não tem como foco serem as pioneiras, mas que também não querem ficar por último. A intensidade de P&D e as opções por patentes são se igualam à estratégia Ofensiva, no entanto, não correm tantos riscos. Optam pela diferenciação;

c)Imitativa: não são detentoras de patentes. Procuram vantagens como localização, custo, redes, vantagens de eficiência derivadas da falta de investimentos em P&D, patentes e treinamentos existentes nas primeiras. Devem investir em controle de qualidade, engenharia de produção, informações técnicas e científicas;

d) Dependente: as empresas dependentes estão vinculadas a outras, e quando inovam, é devido à exigência dos clientes. Não realizam investimentos em P&D e em mecanismos de proteção, como patentes;

e) Tradicional: diferenciam-se das firmas dependentes pela natureza dos produtos, uma vez que ambas não procuram inovar e não destinam investimentos em inovação. Oferecem produtos que não exigem mudanças, e assim, tem forte aproximação com o modelo de concorrência perfeita;

f) Oportunista: a firma identifica oportunidades, que podem não requerer investimentos em P&D, mas, que possibilita contato com certo nicho diferenciado. Na visão de Freeman e Soete (2008), as fontes de inovação estão relacionadas aos esforços de P&D.

O P&D é visto sob diferentes interpretações. Schumpeter não trata diretamente as questões sobre P&D, mas destaca maior capacidade de inovação das grandes empresas, em função do acesso ao capital e capacidade e habilidade dos indivíduos. O autor discorre a respeito da necessidade de práticas restritivas (patentes) e de regulação (cartéis). Já para Freeman e Soete (2008) P&D é um fator essencial para o desenvolvimento econômico, pois a inovação, mola propulsora do desenvolvimento, só acontece por meio da realização de P&D.

Nelson e Winter (2005) também discorrem que P&D são essenciais para o processo de inovação, no entanto destacam que podem ocorrer sob duas formas de pesquisa: *science based*, que ocorre por meio de instituições externas às firmas, e que ocorre também nas pequenas empresas, por utilizar de conhecimento externo; e *path dependence*, que acontece por meio de conhecimento cumulativo das firmas.

2.2.1.2.5 Estrutura de mercado

De acordo com Dosi (2006), a inovação influencia a estrutura de mercado, pois quando há concentração de mercados há também indução ao esforço inovativo. No entanto, a formação de um oligopólio deve-se às capacidades inovativas que ocorrem individualmente por meio de ações e habilidades que foram se acumulando ao longo do tempo, por estratégias utilizadas, conhecimentos, oportunidades tecnológicas e apropriabilidade das inovações. Sendo assim, tamanho da empresa e capacidade para inovação são variáveis dependentes, pois a estrutura pode influenciar as ações dos agentes, assim como os agentes podem modificar a estrutura de mercado.

Dosi (2006) destaca que a estrutura de mercado é derivada das mudanças tecnológicas, e vice versa, pois as inovações dependem da substituição ou aperfeiçoamento de produtos existentes por novos. Nelson e Winter (1982) relatam que o agrupamento em alguns setores da economia pode ser derivado de oportunidades tecnológicas que surgiram anos atrás, uma vez que a apropriabilidade e o bom desempenho de firmas no passado podem estruturar o mercado de forma a se caracterizarem como oligopólio. Nesse sentido, Dosi (2006) afirma que quando as trajetórias tecnológicas apresentam cumulatividade e apropriabilidade privada, pode ocorrer o desenvolvimento de estrutura de oligopólio estável (DOSI, 2006).

Malerba (1992) apresenta um modelo evolucionista de estruturas produtivas perante situações de mudanças técnicas no ambiente. Nesse sentido, Dosi (2006) relembra as características que seguem: (a) as firmas realizam atividades de inovação ou imitação de acordo com seu tamanho e sua posição frente às empresas situadas na fronteira; (b) as estruturas de mercado são endógenas; (c) para cada firma as probabilidades de sucesso na inovação estão correlacionadas através do tempo; (d) as firmas de sucesso podem contar com margens unitárias acima do normal; (e) a concentração constitui uma função positiva das oportunidades tecnológicas e das dificuldades de inovações imitativas; (f) as firmas líderes do mercado podem exercer seu poder de monopólio e aumentar a concentração.

Segundo Kupfer (2002), as inovações levam a pensar: (a) nas imperfeições do mercado de capitais, uma vez que as grandes empresas possuem maiores vantagens, por terem acesso facilitado ou por terem recursos próprios; (b) na existência de economias de escala na tecnologia, fruto da indivisibilidade de alguns equipamentos; (c) nos elevados custos fixos da inovação; (d) na complementaridade com outros ativos nas grandes empresas que permite o aumento das atividades em P&D; (e) no melhor posicionamento das grandes empresas para enfrentar os resultados incertos do processo de inovação. Percebe-se dessa forma, que a inovação e a diferenciação tecnológica não estão presentes apenas em grandes empresas e em oligopólios, mas que podem ocorrer em toda empresa, por meio das habilidades e ferramentas que cada uma dispõe. Sendo assim, a inovação pode ocorrer de formas variadas, como administrativa, de produtos, de processos, entre outros tipos.

2.2.1.3 Tipos de inovação

Segundo Zaltman, Duncan e Holbeck (1973) a inovação pode assumir dimensões diferentes, podendo ser efetivadas sob formas diversas nas organizações: (a) inovação programada: a que é planejada por meio de pesquisas e desenvolvimento de produtos e serviços; (b) inovação não programada: a que ocorre quando há “folga” na organização, sob as formas de maiores recursos disponíveis; (c) determinada por forças do ambiente. Para Damanpour (1991), a inovação pode se caracterizar de acordo com o tipo de organização, sendo ela: indústria ou serviço, empreendedora ou conservadora, pública ou privada, com ou sem fins lucrativos.

Na literatura, os tipos de inovação mais citados são inovação administrativa, tecnológica, de produto, de processo, radical e incremental (DAMANPOUR, 1991; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005). A inovação organizacional, também chamada de administrativa, inclui variações nas designações de trabalho, relações de autoridade, sistemas de comunicação ou sistemas formais de recompensas na organização, incluindo mudanças nas práticas gerenciais internas e externas (DAMANPOUR, 1991; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; OCDE, 2005). De acordo com Carayannis, Gonzalez e Wetter (2003), a inovação administrativa pode ser entendida como as mudanças realizadas nas características dos elementos organizacionais e institucionais, como por exemplo, nas políticas, estruturas ou alocação de recursos.

A inovação em processos, segundo Damanpour (1996), é a introdução de componentes diferentes no processo de produção ou na oferta de serviços, contemplando ainda novos métodos de fabricação, ou equipamentos que são utilizados na produção do produto ou na execução do serviço, possibilitando à organização ser melhor que os concorrentes, ou a fazer algo que os concorrentes não estão aptos a realizar (TID; BESSANT; PAVITT, 1997; OCDE, 2005).

Já a inovação em produtos e serviços, também chamada de inovação técnica ou tecnológica, é entendida por Afuah (2003) como a oferta de um produto ou serviço com menor custo, com qualidades diferentes ou simplesmente algo que represente uma novidade para os consumidores. Nesse sentido, a OCDE (2005, p. 57) relata que a inovação em produtos “é a implementação de um novo método de marketing com mudanças significativas na concepção do produto ou em

sua embalagem, no seu posicionamento, em sua promoção ou na fixação de preços”.

Van de Ven et al. (1999) diferenciam as inovações em radicais e incrementais, em que as radicais referem-se àquelas em que a ordem dos fatores é completamente modificada, tendo distância considerável das práticas anteriores, tornando-as obsoletas. Essas inovações envolvem decisões arriscadas, tolerância a fracassos, aprendizagem rápida e alterações nos valores normativos dos membros da organização (DAMANPOUR, 1991; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005). Já as inovações incrementais apresentam a implantação de melhorias sobre negócios (produtos ou serviços) já existentes (VAN DE VEN et al., 1999). Essas modificações são realizadas nas práticas diárias, ou seja, nos procedimentos padrões das empresas, sendo mais fáceis de serem adotadas pelas empresas (DAMANPOUR, 1991; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005).

Diante do exposto até este momento, nota-se que a inovação pode apresentar-se de diversas formas, e ser influenciada por fatores diversos. A seguir, será apresentado o Tratamento Teórico Institucionalista, uma das teorias de base utilizadas na proposta deste projeto de tese.

2.2.2 Tratamento teórico institucional

As instituições são estruturas que constituem a vida social, como regras implícitas ou explícitas. As instituições podem restringir e permitir determinados comportamentos, uma vez que a existência de regras pode implicar algumas restrições. No entanto, as restrições podem propiciar possibilidades, permitindo escolhas que de maneira diversa não existiriam. As instituições são conservadas por meio de regras que lhes são impostas, ou seja, moldam as aspirações individuais com base em outras que lhes influenciaram e que foram compartilhadas (HODGSON, 2006).

As instituições tem o propósito de propiciar a cooperação e diminuir conflitos, que podem restringir ou impossibilitar transações (FIANI, 2011). Segundo Fiani (2011) as escolas institucionalistas podem ser classificadas de acordo com sua historicidade: a Velha Economia Institucional de Veblen, Commons e Mitchell, a Nova Economia Institucional (NEI), de Coase, Williamson e North; e o Neo-Institucionalismo de Hodgson, Samuéis e Rutherford (SAMUÉIS, 1995; HODGSON, 1993).

As similaridades entre as três correntes referem-se à compreensão de que o crescimento econômico ocorre como um processo, e dessa forma considera seu ambiente histórico e também as especificidades locais; à consideração de que as trajetórias individuais não podem ser copiadas historicamente, e com isso se leve em consideração a incerteza; e por último, que o processo de crescimento econômico está ancorado nas ações individuais dos agentes, revelando a importância das empresas, das organizações e do ambiente microeconômico para a determinação de diferentes trajetórias.

O Velho Institucionalismo substituiu o conceito de equilíbrio pelo de processo evolucionário (DOSI; NELSON, 1994), por não aceitar a ideia neoclássica de uma teoria universal e a-histórica para a ciência econômica, sugerindo que o centro de análise seja deslocado do indivíduo para a instituição.

2.2.2.1 Velho Institucionalismo (Veblen, Commons, Mitchel)

Conforme Conceição (2002), Veblen, Commons e Mitchel são os autores que constituem a matriz da escola de economia institucionalista norte americana. Os autores buscaram relacionar os conceitos de instituições, hábitos, regras e a sua evolução, tendo nas instituições a unidade de análise, e discutindo suas diferenças com o neoclassicismo e suas afinidades com o evolucionismo, buscando desta forma identificar pontos comuns que permitam a constituição de uma teoria institucionalista em direção ao desenvolvimento econômico.

De acordo com Cavalcante (2014) o velho institucionalismo teve início com o artigo *Why is Economics not an Evolutionary Science* de Thorstein Veblen, publicado em 1898, em que o autor defendia a ciência econômica voltada para o processo evolutivo das instituições. Sendo assim, Veblen conceitua instituição como o resultado de uma situação presente, que molda o futuro por meio de um processo seletivo e coercitivo, orientado pelo ponto de vista humano. Este conceito é estabelecido sob três questões: (a) inadequação da teoria neoclássica em tratar as inovações, considerando-as como dadas, e dessa forma, ignorando as condições de sua realização; (b) preocupação em como ocorre a mudança e o conseqüente crescimento; e (c) destaque dado ao processo de evolução econômica e de transformação tecnológica (CONCEIÇÃO, 2002).

Hodgson (2002) destaca que são os hábitos que originam as instituições, concedendo-as poder e autoridade normativa com maior

durabilidade; ao reproduzirem os hábitos de pensamento as instituições criam mecanismos de aceitação normativa. Nesse sentido, para Conceição (2002) as instituições são hábitos estipulados que passam do pensamento comum à generalidade, ou seja, são rotinas que foram fortalecidas e são seguidas por um grupo em certa sociedade. Hodgson (2002) cita como exemplos a linguagem, a moeda, leis, sistemas de pesos e medidas, convenções de transito, empresas e outros.

Veblen, citado por Hodgson (2002), rejeitou a hipótese de que os indivíduos são seres dados, ou seja, Veblen acreditava que os indivíduos estão em constantes mutação e evolução, assim como os hábitos e as instituições. Nesse sentido, as instituições sofrem mudanças graduais, que podem gerar conflitos e crises, levando a mudanças de atitudes e ações, o que pode gerar, nos sistemas sociais, desconforto entre ruptura e regularidade, o que solicitará constante acompanhamento de decisões. Nessa perspectiva, Conceição (2008) comenta que Veblen considerava a história da vida econômica como um processo de adequação dos meios aos fins, ou seja, de causação circular, podendo ser ligado, como comentado em Conceição (2012) a processos não lineares de retornos positivos.

De acordo com Conceição (2012) as proposições que constituem os fundamentos filosóficos do institucionalismo vebleniano são ontológicas e referem-se a natureza do ser social, contemplando causalidade, evolução e pensamento populacional darwiniano. A abordagem Vebleniana contrasta com outras visões, como no caso dos cientistas sociais heterodoxos e ortodoxos, que veem o instinto e a inteligência como sendo opostos. Há ainda, a insistência de Veblen em afirmar que as capacidades humanas devem ser consistentes com as explicações evolucionárias, ou seja, sua orientação vai em direção aos processos antes do que ao equilíbrio. Para Veblen, os sistemas de regras são trocados dentro de estruturas darwinianas em que os princípios de variação, retenção e seleção são usados para ajudar a explicar sua evolução (CONCEIÇÃO, 2012).

Segundo Cavalcante (2014), os principais seguidores dos pensamentos de Veblen foram Wesley Mitchell e John Commons. Para Mitchell (1910) as instituições eram entendidas como “hábitos de pensamento predominantes que ganharam aceitação geral como normas orientadoras da conduta” (MITCHELL, 1910, p. 203). Da mesma forma que Mitchell, Commons foi um crítico pouco radical da economia ortodoxa, tornando-se um importante institucionalista americano segundo os novos institucionalistas, devido às suas explicações para os

conceitos de escassez e de transação (FURUBOTN; RICHTER, 2005).

Para Commons (1931), a economia institucional era derivada da proposta de David Hume, ou seja, Commons entendia que a carência de recursos poderia gerar conflito de interesses, o que diverge dos pensamentos de Veblen e de Mitchell. Nesse sentido, Commons (1931) afirma que as instituições são instrumentos pelos quais o controle coletivo é realizado, sendo responsáveis pela resolução de conflitos baseados em regras.

2.2.2.2 Nova Economia Institucional – NEI (Coase e Williamson)

O termo "Economia Institucional" foi anunciado por Walton Hamilton em 1918. Para ele os economistas institucionais reconheceram que o objeto da teoria econômica são as instituições, que envolvem processos e baseiam-se em uma teoria do comportamento humano. Hodgson (2000) discorre que para Hamilton as instituições seguem as seguintes proposições: a) o institucionalismo não é definido em termos de propostas políticas; b) o institucionalismo utiliza ideias e dados de outras disciplinas, como a psicologia, a sociologia e a antropologia, com o intuito de desenvolver uma análise mais completa das instituições e do comportamento humano; c) as instituições são os elementos-chave de qualquer economia e, dessa forma, uma tarefa para os economistas é estudar as instituições e os processos de conservação institucional, inovação e mudança; d) a economia é um sistema aberto e em evolução, situado em um ambiente natural, afetado por mudanças tecnológicas, e embutido em um conjunto amplo de relações sociais, culturais, políticas e de poder; e e) o institucionalismo não toma o indivíduo como dado, ele sofre influências do ambiente (HODGSON, 2000).

Compreende-se assim, que o entendimento institucionalista da economia é de um sistema aberto, em que a economia faz parte de um ambiente natural, incorporado em um sistema de relações sociais e afetado por mudanças tecnológicas, além de outras. Como características do institucionalismo tem-se o reconhecimento da importância das percepções de outras disciplinas, das instituições, dos sistemas abertos e em evolução, e da compreensão de que o indivíduo é socialmente e institucionalmente constituído (HODGSON, 2000).

De acordo com Williamson (1996) a Nova Economia Institucional (NEI) compreende dois campos de pesquisa: (a) nível macro: ambiente institucional, cujo objeto de estudo volta-se para

contratos, leis, normas, costumes, convenções; e (b) nível micro: arranjo institucional, que aborda mecanismos da governança das empresas.

A NEI preocupa-se com aspectos microeconômicos, com ênfase na teoria da firma em uma abordagem não convencional. Em linhas gerais, esses estudos pretendem superar a microteoria convencional, centrando sua análise nas transações. Três hipóteses de trabalho aglutinam o pensamento da NEI: em primeiro lugar, as transações e os custos a ela associados definem diferentes modos institucionais de organização; em segundo lugar, a tecnologia, embora se constitua em aspecto fundamental da organização da firma, não é um fator determinante da mesma; e, em terceiro lugar, as “falhas de mercado” são centrais à análise. Os estudos referentes a NEI buscam suplantar a microteoria convencional, tendo as transações como seu foco. Dessa forma, para a NEI as instituições tem conotação “contratualista”, ou seja, baseada nos custos de transação (CONCEIÇÃO, 2002).

Williamsom (2000) divide as instituições da economia em quatro níveis: (a) *embeddedness*: instituições informais como tradições, e normas religiosas que tem como características a mudança lenta e sua formação espontânea; (b) ambiente institucional formado por regras formais do jogo como burocracia e política; (c) instituições de governança, formadas pela economia dos custos de transação, que consideram que a estrutura de governança esteja relacionada com as particularidades da transação; (d) alocação de recursos, que depende dos movimentos do mercado. Esses quatro níveis obedecem a uma hierarquia, em que o nível inferior esta subordinado ao nível superior.

De acordo com Arend e Cário (2010), o mercado é uma instituição socialmente construída. Outras instituições são objeto de análise econômica: as transações, os contratos, as organizações, as leis, os costumes, as convenções, a tecnologia, o Estado, entre outras. As políticas públicas, os processos políticos e a evolução das instituições, bem como o próprio desenvolvimento econômico, são também parte do objeto de análise da economia institucional.

2.2.2.2.1 Economia dos custos de transação

Economia dos Custos de Transação (ECT) é considerada uma prolongação da NEI, que trata no nível micro analítico. A seguir serão apresentadas suas particularidades: custos de transação, pressupostos comportamentais, atributos da transação, estruturas de governança e teoria dos contratos.

2.2.2.2.1.1 Custos de Transação

Coase (1937), em seu estudo a respeito dos custos de transação discorre sobre dois aspectos: primeiro que não é a tecnologia, mas são as transações e seus respectivos custos que constituem o objeto central da análise; e em segundo lugar, a incerteza e a racionalidade limitada são elementos-chave na análise dos custos de transação. Sendo assim, a firma teria como função economizar os custos de transação, podendo fazer isso por meio do mecanismo de preços, gerando “economia de custos de transação”, e substituindo um contrato incompleto por vários contratos completos, uma vez que seria de se supor que contratos incompletos elevariam custos de negociação. Dessa forma, percebe-se que as transações influenciam a maneira interna de organização das firmas, influenciando na estrutura hierárquica.

De acordo com Coase, citado por Conceição (2002), há de se considerar a racionalidade limitada dos agentes, assim como o comportamento oportunista que pode surgir. As teorias evolucionárias de mudança econômica possuem características, em que as inovações assumem o papel de “porta de entrada” das mutações e elemento desencadeador de mudanças, explicitando o caráter neo-schumpeteriano dos evolucionários. As instituições são parte de um processo dinâmico, contínuo e relativamente incerto, indissociável de mudanças tecnológicas e sociais.

Williamson (1995), por sua vez, apresenta os custos de transação, dividindo-os em duas modalidades, sendo que a primeira categoria acontece *ex ante* a negociação, momento que os agentes podem garantir os direitos de propriedades por meio de mecanismos de segurança. A segunda categoria refere-se aos demais custos, que ocorrem *ex post* a negociação e emergem da necessidade de controle, renegociações e adaptações dos contratos.

Conceição (2002) discorre que, para Williamson, o conceito de custos de transação está ligado à racionalidade limitada e ao oportunismo, ambos inerentes à organização econômica, podendo vir a surgir falhas de mercado. Para Conceição (2002) às transações importam a forma de organização interna das empresas, pois influenciam em sua estrutura hierárquica, assim como na forma como as atividades econômicas internas são realizadas. Para tanto, busca-se a fusão entre estrutura organizacional interna e estrutura de mercado, o que faz ligação com o pensamento institucionalista a partir do comportamento organizacional e de sua centralização nos custos de transação.

Os custos de transação referem-se aos custos que os agentes têm sempre que recorrem ao mercado, são os custos de negociar, elaborar e assegurar o cumprimento de um contrato. Sendo assim, a unidade de análise dos custos de transação é o contrato. A teoria dos custos de transação considera que não há simetria de informações, considerando hipóteses que tornam os custos de transação importantes, são elas: racionalidade limitada, complexidade e incerteza, oportunismo e especificidade de ativos (KUPFER, HASENCLEVER; 2002).

2.2.2.2.1.2 Pressupostos Comportamentais (oportunismo, racionalidade limitada, incerteza)

Simon (1957) considera que o comportamento humano tem limitações, e devido à complexidade e incerteza dos contratos, há de se considerar que a racionalidade humana é limitada. Racionalidade limitada, complexidade e incerteza geram assimetria de informações. Esta se refere às diferenças nas informações ocasionadas pelas ações das partes envolvidas na transação, principalmente quando a diferença influencia o resultado final da transação (KUPFER, HASENCLEVER; 2002).

Simon (1957) discorre que a racionalidade limitada é definida como as limitações da capacidade humana de conhecimento sobre as coisas, assim como sua habilidade de resolver problemas. Essa racionalidade é posta em prova quando os contratos de longo prazo precisam antecipar possíveis obstáculos a serem vivenciados mais a frente, assim como minimizar as incertezas, redigindo contratos completos. O autor destaca ainda o fato de que os contratos são incompletos, na esfera *ex ante*, em função do desconhecimento das consequências do contrato *ex post*. Dessa forma por ocorrer mudanças no processamento das informações e na formação dos contratos, principalmente quando há alto grau de especificidade de ativos.

Vale notar a contribuição de Williamson (1975) que propõe um conceito de racionalidade que considera:

- a) Incerteza: é pouco provável que se possa identificar eventos futuros e especificar, *ex-ante*, as adaptações adequadas a eles;
- b) Limitações neurofisiológicas e de linguagem: a racionalidade é limitada pois a mente tem limitações para receber, armazenar, recuperar, processar e analisar informações sem erros. Da mesma forma, consideram-se as limitações de linguagem, que segundo Williamson (1975, p. 39) são a “[...] incapacidade dos indivíduos de expressar seus

conhecimentos ou sentimentos mediante o uso da palavra, de números e gráficos de modo que os outros possam entender”.

c) Complexidade: as complexas decisões que enfrentam as firmas dizem respeito à impossibilidade de relatar todas as possibilidades e consequências das decisões. Nesse sentido, o autor afirma que os contratos são considerados, invariavelmente, incompletos.

Quanto à política, os responsáveis pela NEI diferem dos antigos institucionalistas, tendo a busca de eficiência e racionalidade como elemento central da análise. O conceito de poder é considerado sob a perspectiva da firma. Para Williamson, a noção de poder não contribui muito aos contratos e organizações (CONCEIÇÃO, 2002).

Além da racionalidade limitada há de se considerar o oportunismo, que pode ser entendido como a transmissão de informação seletiva, distorcida sobre o comportamento do próprio agente, ou seja, o próprio agente determina compromissos que não poderá cumprir. Para a teoria de custos de transação, o oportunismo refere-se ao manuseio de assimetrias de informações, pretendendo apropriação de lucros (KUPFER; HASENCLEVER, 2002).

Nesse sentido, Williamson (1985, p. 47), discorre a respeito de oportunismo “[...] inclui, mas certamente não está limitado às formas mais óbvias, tais como a mentira, o roubo e a fraude. O oportunismo envolve na maioria das vezes formas sutis de enganação. Tanto na forma ativa e passiva quanto nos tipos *ex-ante* e *ex-post*”.

2.2.2.2.1.3 Características das transações

De acordo com Williamson (1985), os atributos da transação, quais sejam: frequência, incerteza e especificidades de ativos, estão ligados aos arranjos institucionais. Segundo o autor, a frequência significa o número de vezes que os participantes da transação se encontram para fazer as trocas. Sendo assim, quanto maior for a frequência, menor serão os custos gastos com o recolhimento de informações e dessa forma, também menores serão os custos com a elaboração de contratos.

Ativos específicos são considerados as transações que ocorrem em número pequeno, ou seja, apenas um limitado número de agentes apto para participar. O problema derivado da especificidade de ativos decorre da relação quase exclusiva ou exclusiva que ocorre entre comprador e vendedor, pois, se determinado fornecedor for o único apto a produzir certo item com as características desejadas por determinada

empresa, o fornecedor estará vinculado àquela empresa (KUPFER, HASENCLEVER; 2002).

De acordo com Williamson (1985), quanto maior for a especificidade dos ativos, isto é, quanto maior a diferença entre a melhor opção de uso de um ativo e as opções, mais provável será a opção de internalização da transação dentro da firma, via hierarquia, ou por meio de redes, pelo uso de formas híbridas, de maneira diversa do emprego do mercado.

A decisão pela estrutura de mercado também é influenciada pela incerteza. Segundo Williamson (1985) a incerteza exerce influência sobre os atributos das instituições uma vez que a previsão dos acontecimentos futuros, realizada pelos agentes, pode incentivar flexibilidade nos contratos.

Sendo assim, nota-se que a estrutura de governança ideal para redução de custos de transação pode ser selecionada levando em consideração os pressupostos comportamentais (racionalidade limitada e oportunismo), os atributos da transação (frequência, incerteza e especificidade dos ativos), os fatores ambientais e os contratos envolvidos nas transações. Nesse sentido, estas variáveis devem ser observadas para escolha da estrutura de governança, seja ela via mercado, híbrida ou de integração vertical.

2.2.2.2.1.4 Estruturas de governança

Para diminuir os custos de transação, os agentes econômicos podem adotar um tipo de governança com o intuito de regular as transações a serem realizadas. São as estruturas de governança, que para os custos de transação, devem estar baseadas nos pressupostos comportamentais, nas características da transação e nos atributos setoriais a que a estrutura será moldada. Para tanto, Williamson (1985), desenvolveu um modelo com três formas de governança, que operam como mecanismos de coordenação: via mercado, contratos e integração vertical.

A forma de governança dependerá do relacionamento entre os elos da cadeia e das relações sociais existentes no mercado. As formas de governança adotam uma forma contratual específica, menos quando o mercado é utilizado realizar as transações. Segundo Williamson (1985) o problema da organização econômica está na organização dos contratos. Dessa forma, enquanto a organização industrial analisa o contrato por meio de seus objetivos, a economia dos custos de transação

examina os contratos buscando eficiência para as relações, ou seja, endógeno à empresa. Para o autor, as formas de governança podem ser entendidas como:

a) **Transações via mercado:** ocorrem quando os agentes decidem buscar no mercado aquilo que precisam, não elaborando contratos, ou produzindo internamente. Para adotar essa forma de transação, o nível de especificidade de ativos deve ser baixo, para que não haja necessidade de salvaguardas contratuais, reduzindo dessa forma, os custos de transação. Nessa modalidade, é necessário que os agentes tenham conhecimento das características do seu produto e setor, a fim de diminuir a incerteza nas transações (WILLIAMSON, 1985).

b) **Transações híbridas:** as formas híbridas assumem uma posição intermediária, caracterizadas pela existência de contratos, quase sempre de longo prazo, entre empresas situadas em níveis sucessivos da cadeia produtiva (LEITE; CASTRO, 2010).

c) **Transações via integração vertical:** nesse modo de transação toda a fabricação é feita internamente, sendo o oposto das transações via mercado. A vantagem das transações via integração vertical recai no controle que pode ser atingido ao se produzir internamente. Sendo assim, com a governança via integração vertical é possível reduzir os custos de transação nas atividades (WILLIAMSON, 1985).

Considerando a eficiência, que é o elemento principal da Economia dos Custos de Transação, a integração vertical é o meio pelo qual o agente consegue reduzir os custos provenientes do oportunismo quando a especificidade dos ativos é alta e observa-se a presença de incerteza na transação.

Segundo Conceição (2012), as instituições são definidas pela NEI como as regras do jogo, ou seja, das formas pelas quais se faz cumprir as regras e padrões, tendo Williamson como seu principal expoente. Dessa forma, as instituições também podem ser associadas a estruturas de governança, tais como as instituições financeiras ou as formas como as empresas se organizam.

2.2.2.2.2 North e as mudanças institucionais

Segundo Nelson e Sampat (2001), uma das definições mais consideradas sobre instituições é a de Douglass North, em que discorre que as instituições são “as regras do jogo”. Esta definição tem como base dois fatores: que o estabelecimento de regras bem definidas pode auxiliar na interação entre indivíduos, e também possibilitar

previsibilidade nas ações alheias; e que as regras incentivam ações benéficas para todos os envolvidos.

North (1990) relata a importância de se diferenciar as regras dos jogadores, pois o objetivo das regras é estabelecer como o jogo é jogado, e o objetivo da equipe mediante esse conjunto de regras é vencer o jogo. O autor complementa que é a relação entre instituições e organizações que molda a evolução institucional de uma economia, pois uma vez que as instituições são as regras do jogo, as organizações e seus empresários são os jogadores. As organizações são constituídas por grupos de indivíduos unidos por algum propósito comum para alcançar determinados objetivos (NORTH, 1994).

No entanto, North (1990) discorre que os indivíduos podem agir de forma não oportunista, não se beneficiando de uma situação que caso fosse beneficiado não sofresse punição. Este respeito pelas regras é explicado por North pela ideologia, definida pelo autor como

percepções subjetivas que as pessoas possuem para explicar o mundo à sua volta. Seja no nível micro dos relacionamentos individuais seja no nível macro das ideologias organizadas provedoras de explicações integradas do passado e do presente” (NORTH, 1990, p. 23).

Nesse sentido, percebe-se que a ideologia representa os modelos mentais que os indivíduos constroem a respeito da realidade, ou seja, as regras do jogo são por eles internalizadas, e são seguidas porque pensam ser adequado respeitá-las, por representarem seus princípios, e não por medo de punição (NORTH, 1990).

Segundo estudos de North (1990, 1994, 2005), as instituições são consideradas restrições desenvolvidas pelos homens que são modificadas por meio de suas ações. Para o autor, as instituições estão em constante mudança, no entanto, o núcleo central de determinado setor econômico ou nação não é afetado.

Considerando a abordagem evolucionista das instituições, algumas mudanças institucionais ocorrem. Destarte, a mudança institucional é encontrada nos estudos de North quando o autor sugere que a forma como as instituições afetam a eficiência, no que se refere à alocação econômica, deva ser substituída por um nexos teórico evolucionista, trocando a ideia de alocação eficiente por mudança institucional (CONCEIÇÃO, 2012).

Segundo North (2005), para o desenvolvimento econômico é importante que se formule uma teoria da dinâmica econômica, a fim de

compreender e sistematizar o processo de mudança. Sendo assim, as trajetórias das mudanças institucionais são elementos primordiais na definição das diferentes formas de crescimento econômico, semelhante com o pensamento evolucionista. Para North, há a necessidade de se compreender o processo de mudança econômica como princípio de explicação dos fenômenos ligados ao processo de crescimento, abrangendo a incerteza em um mundo não ergódico, os sistemas de crenças, cultura e ciência cognitiva, a consciência e a intencionalidade humanas. Esse grupo de itens define as interações humanas para a criação da estrutura institucional.

North (2005) cita ainda as proposições que levam à mudança institucional, baseadas na competitividade, conhecimento, estrutura de incentivos e formas de percepção dos agentes, sendo elas: a interação contínua entre as organizações e instituições no cenário econômico da escassez e da concorrência; forças de competição contínuas para investir em competências e conhecimentos; os tipos de habilidades e conhecimentos que os indivíduos e as suas organizações vão adquirir irão moldar as percepções sobre as oportunidades em evolução e escolhas que ele vai gradualmente alterar instituições; quadro institucional que fornece os incentivos ditam os tipos de habilidades e conhecimentos percebidos para ter o máximo de *pay-off*; percepções dos jogadores e as economias de escopo, complementaridades e externalidades de rede de uma matriz institucional fazem a mudança institucional. Para North é por meio dessas proposições que se alcançará a compreensão do processo de mudança econômica, destacando a complicada relação entre instituição e crescimento econômico, tendo na mudança institucional sua principal característica.

Considerando mudança institucional e inovação, fundamental para o desenvolvimento, Fiani (2011) discorre que as inovações são fundamentais para o desenvolvimento, pois aumentam a produtividade, reduzem custos e preços e podem gerar produtos que melhor satisfaçam as necessidades das pessoas. No entanto, por vezes, para que a inovação ocorra, é necessário que regras econômicas e sociais sejam modificadas, ocasionando as mudanças institucionais.

Sendo assim, nota-se que a relação entre instituição e desenvolvimento econômico é de dependência, uma vez que o desenvolvimento ocorre se as instituições evoluírem e se adaptarem as necessidades das nações e mercados.

2.2.2.3 Abordagem Neo-institucionalista (Hodgson, Samuels, Rutherford)

De acordo como Conceição (2001), a abordagem Neo-institucionalista deriva das ideias de Veblen, e da tradição neoschumpeteriana. Os neo-institucionalistas acreditam que a economia não é estática, regulada pelo mercado e em busca do equilíbrio ótimo. A corrente tem como base oito elementos: ênfase na evolução social e econômica com orientação nas instituições sociais, economia de mercado constituída pelo controle social e o exercício da ação coletiva, ênfase na economia, instituições como estruturantes do mercado, preocupação com os processos pelos quais os valores são incorporados, ênfase no processo de causação cumulativa, olhar sobre as estruturas de poder e relações sociais que geram desigualdades e hierarquias, e estudo econômico multidisciplinar.

Conforme Conceição (2001), Hodgson considera as instituições como sistemas duradouros de regras sociais que estabelecem relações entre elas, sendo que o mercado é um sistema de interação social formado por uma estrutura institucional, isto é, um conjunto de regras que determinam controle de comportamentos aos participantes do próprio mercado.

Posto isso, percebe-se que a abordagem neo-institucionalista, representada por Hodgson, Samuéis e Rutherford, critica o neoclassicismo, afirmando que este tem como falha o individualismo metodológico, pois considera os indivíduos como independentes, quando estes devem ser vistos através da interdependência.

De acordo com Conceição (2001), importa à economia institucionalista o processo histórico na formulação das ideias e das políticas econômicas. Samuels considera a economia institucional como uma alternativa não marxista ao neoclassicismo dominante no mainstream, caracterizado por uma variedade de abordagens, que podem ser aglutinadas segundo alguns pontos de confluência. A proposição de um “paradigma institucionalista” tem o intuito de identificar os elementos e as crenças comuns que operam em níveis teóricos e práticos semelhantes, sem deixar de diferenciar as aplicações específicas.

Ao criticar a natureza estática dos problemas e modelos neoclássicos, os institucionalistas reafirmam a importância em considerar a natureza dinâmica e evolucionária da economia. Para tanto, Samuels (1995) propõe o “paradigma institucionalista” centrado em três dimensões. Sendo assim, os institucionalistas: (1) criticam tanto a

organização e a performance da existência de economias de mercado quanto a economia do mercado pura, consideradas como mera abstração; (2) criaram um arcabouço teórico em uma variedade de tópicos; e (3) desenvolveram um approach multidisciplinar para resolver problemas. Assim, foi formado o corpo de conhecimento institucionalista, constituído de oito itens:

a) ênfase na evolução social e econômica com orientação explicitamente ativista das instituições sociais. Estas não podem ser tidas como dadas, pois são produto humano e mutáveis. Embora a mudança nas instituições e nas regras de trabalho sejam comuns, elas ocorrem de maneira lenta, tanto do ponto de vista não deliberativo (hábitos e costumes) quanto deliberativo (lei). Daí a rejeição da hipótese neoclássica do mecanismo automático de ajuste;

b) o controle social e o exercício da ação coletiva constituem a economia de mercado, que é um “sistema de controle social” representado pelas instituições, as quais a conformam e a fazem operar. Tal definição evidencia a inconformidade dos institucionalistas com o individualismo auto subsistente e o não intervencionismo sustentado pela “(...) forma mecânica de teorização neoclássica na busca do equilíbrio ótimo determinado estaticamente” (SAMUELS, 1995 p. 573);

c) ênfase na tecnologia como força maior na transformação do sistema econômico. Para os institucionalistas, a “lógica da industrialização” exerce efeitos profundos sobre a organização social, política e econômica e sobre a natureza da cultura, a qual, por sua vez, exerce profundos efeitos na adoção e na operação da tecnologia. Para os institucionalistas, a definição de recursos escassos deriva-se do “estado das artes” na indústria e não é abstrata;

d) os institucionalistas insistem que o determinante último da alocação de recursos não é qualquer mecanismo abstrato de mercado, mas as instituições, especialmente as estruturas de poder, as quais estruturam os mercados e para as quais os mercados dão cumprimento;

e) a Teoria do Valor dos institucionalistas tem outra natureza, ela não se preocupa com os preços relativos das mercadorias, mas com o processo pelo qual os valores se incorporam e se projetam nas instituições, estruturas e comportamentos sociais;

f) ênfase no papel dual da cultura em um processo da “causação cumulativa” ou co-evolução. Tal ênfase recai, em primeiro lugar, no papel transcendental da cultura e nos processos culturais na formação da estrutura social e identidades individuais, metas, preferências e estilos de vida, os quais exercem impacto sobre a vida econômica e sobre o

ajustamento institucional, ambos relacionados à cultura e ao poder. Além disso, a própria cultura é produto da contínua interdependência entre indivíduos e subgrupos;

g) a estrutura de poder e as relações sociais geram uma estrutura marcada pela desigualdade e pela hierarquia, razão pela qual as instituições tendem a ser pluralistas ou democráticas em suas orientações;

h) os institucionalistas são holísticos, permitindo o recurso a outras disciplinas, que tornam o objeto de estudo econômico, necessariamente, multidisciplinar.

São essas oito considerações que definem o campo de pesquisa institucionalista. Segundo Samuels (1995) as abordagens, embora tenham algumas peculiaridades, concordam com a negação do funcionamento da economia como algo estático, regulado pelo mercado na busca do equilíbrio ótimo.

2.2.2.4 A relação entre instituição e desenvolvimento econômico

De acordo com Zysman (1994), as trajetórias de crescimento são desenvolvidas historicamente, a partir do desenvolvimento de trajetórias nacionais institucionalmente inventadas. Sendo assim, as instituições importam porque determinam diferentes trajetórias de crescimento econômico nos diversos ambientes nacionais. Nesse sentido, existem várias formas de se organizar as economias de mercado, mercados diversos e há vários tipos de capitalismo.

As trajetórias de crescimento ocorrem tanto pela existência de padrões de inovação, quanto pelo desenvolvimento tecnológico. Por meio das rotinas e de políticas específicas firmam-se os termos do desenvolvimento econômico. Definir o perdedor ou ganhador depende de três aspectos: capacidade técnica da ação do Estado na economia; estabelecimento de uma política de alocação de custos da mudança industrial; e processo político para permitir tais cumprimentos (ZYSMAN, 1994).

Dessa forma, as estruturas institucionais nacionais resultam do processo histórico de desenvolvimento industrial e da modernização política, que estão ligados à argumentação evolucionária das “trajetórias tecnológicas”, que consideram fatores essenciais como o processo de difusão da informação e o de geração de novas ideias. Sendo assim, as instituições não são neutras, e ainda podem explicar sobre trajetórias específicas (ZYSMAN, 1994).

Nesse sentido, nota-se que as histórias ou movimentos nacionais fazem parte de um processo de interação e competição, onde se determina que diferentes lógicas de mercado tenham efeitos de longo prazo no tipo, padrão ou modelo, e nas taxas de crescimento em cada economia; que o caráter de interação da lógica nacional de mercado entre um país e seus principais parceiros comerciais pode influenciar o caráter do crescimento de cada economia; e que a lógica de mercado das economias dominantes nacionais pode influenciar a economia mundial como um todo (ZYSMAN, 1994).

Zysman (1994), ancorado no evolucionismo, compreende que são as estratégias, que quando influenciam inovações, formam um ambiente correto para novos produtos e processos. O autor parte do micro para o macro, em que as empresas criam estratégias para o governo. Sendo assim, Zysman considera que as trajetórias de crescimento são consolidadas tanto pela existência de padrões de inovação, como pelo desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Zysman (1994), cada economia diz respeito a uma estrutura institucional, que considere o processo histórico, e esta é a função do desenvolvimento político e industrial de cada país. A estrutura institucional da economia modela um sistema de incentivos e empecilhos, que define os interesses, molda e canaliza as ações dos atores.

As instituições, por meio de suas políticas específicas, moldam o desenvolvimento, sendo que suas estruturas são resultantes do processo histórico de desenvolvimento industrial e da modernização política, considerando fatores como processo de difusão da informação e geração de ideias novas. Para o autor, mais que investimento, é necessária a construção de um ambiente institucional adequado para gerar crescimento, e reconhecer que este envolve conflitos e incertezas. Sendo assim, a adaptação e a seleção são primordiais para que sejam definidas estratégias e trajetórias de crescimento empresarial (ZYSMAN, 1994).

2.2.3 Aproximações entre as teorias evolucionária e institucional

Apresentadas as principais considerações acerca das teorias evolucionista e institucional foram percebidas aproximações entre as mesmas, que podem ser observadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Aproximações teóricas entre as teorias Evolucionista e Institucional

Dimensão analítica	Evolucionários	Institucionalista	Visão complementar
História	<ul style="list-style-type: none"> - Contexto evolucionário - caminho da trajetória tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> - Elemento difusor da tecnologia; - A história importa; - Path dependence. 	<ul style="list-style-type: none"> - As instituições atuam com o objetivo de incentivar ou limitar inovações tecnológicas por meio do registro e estímulo a mudanças, as quais são conduzidas ao longo dos anos.
Perspectiva evolucionária	<ul style="list-style-type: none"> - Rotina - Padrnização de comportamentos - Avanço tecnológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia social; - Ações construídas socialmente; - Regulação do comportamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - O avanço tecnológico segue os padrões institucionais que levam à dinâmica inovativa.
Hábitos	<ul style="list-style-type: none"> - Busca; - Seleção; - Rotina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores; - Crenças; - Cultura; - Hábitos de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> - A união de ações institucionais com as rotinas proporciona progresso técnico e institucional, se adequando ou modificando os hábitos correntes.
Mudança	<ul style="list-style-type: none"> - Inovação; - Estratégia; - Oportunidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituições Formais e Informais. 	<ul style="list-style-type: none"> - O ambiente dita o ritmo do processo de mudança que acontece no meio tecnológico e competitivo; - Processos interdependentes de mudança tecnológica e institucional; - Ação conjunta para a criação do cenário socioeconômico.

Continua...

Continuando...

Aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> - Rotina; - Conhecimento acumulado; - Tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Padronização de comportamento; - Respostas a problemas; - Hábitos que originam rotinas; - Pesquisa científica. 	As instituições proporcionam os avanços de conhecimentos, os quais são agregados em cada nova onda de desenvolvimento, inseridos nas rotinas e aperfeiçoamentos tecnológicos.
Custos	<ul style="list-style-type: none"> - Influência da inovação nos custos de produção e processo; - Competência; - Regime tecnológico; - Padrão setorial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ineficiência nas instituições causam custos de transação; - Atributos da transação; - Rotina. 	- Ineficiência na estrutura institucional acompanhada da influência na dinâmica inovativa geram custos de produção e transação que derivam em perdas de renda.
Incentivos	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão setorial de inovação; - Regime tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ações governamentais. 	- As ações políticas influenciam interrelacionamentos que resultam em projecções individuais.

Fonte: Elaborado com base em Arend (2009); Conceição (2002, 2008, 2009); Dosi (1982, 1988, 2006); Ibrahim (2015); Nelson (2006); Nelson e Winter (2005); Williamsom (1985) e Zysman (1994).

A abordagem teórica institucionalista aproxima-se em diversos pontos da teoria evolucionária. Na abordagem evolucionista a inovação institucional tem igual função que as inovações tecnológicas, sendo igualmente realizada por agentes individuais. De acordo com Arend e Cario (2010) as abordagens institucionalista e evolucionista baseiam-se em princípios teóricos e analíticos que aceitam as especificidades das realidades, ou seja, que estão ancoradas em um contexto.

Na dimensão História, tanto a abordagem institucionalista como a evolucionista consideram os aspectos históricos, políticos, sociais e econômicos num processo evolucionário. Um modelo evolutivo destaca

os processos de variabilidade, seleção e retenção de rotinas, utilizando o path dependence como processo histórico para prever possíveis ações dos agentes (AREND; CARIO, 2010). De acordo com Freeman (1995), para os evolucionistas as trajetórias são entendidas a partir do contexto evolucionário num contexto econômico, uma vez que a última inovação determina possíveis campos de avanço futuro. Para Conceição (2008), a história importa, pois o momento presente teve influência do passado. Dessa forma, entende-se que as instituições podem promover ou reprimir o desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo, sendo fatores importantes para os processos dinâmicos de crescimento, desenvolvimento e de mudança tecnológica.

Ibrahim (2015) discorre que a Perspectiva Evolucionária é o movimento de avanço tecnológico a partir da ruptura de padrões produtivos anteriores aos correntes, e com isso repercute na atividade econômica. Nesse contexto, destaca-se a rotina e sua influência nas atividades industriais do dia-a-dia para a evolução tecnológica.

Quanto aos Hábitos, os evolucionistas os identificam por meio dos processos de busca, seleção e utilização de uma rotina, possibilitando o avanço tecnológico. Quanto ao âmbito social, o comportamento dos indivíduos, suas crenças, valores e cultura compõem o aparato institucional. A confluência das ações institucionais com as rotinas proporciona o progresso técnico e institucional, se adequando ou modificando os hábitos correntes.

A Mudança é primordial nas duas correntes teóricas, sendo central no desenvolvimento tecnológico que leva à inovação. A abordagem evolucionista considera a mudança técnica como eixo do processo que explica o desenvolvimento das empresas e marco para análises de desempenho econômico, e compreensão dos desequilíbrios econômicos. Considera as instituições para definir padrões ou trajetórias de desenvolvimento econômico (AREND; CARIO, 2010). De acordo com Conceição (2008), para os evolucionários, as instituições não se constituem em unidade central de análise, mas são elementos indissociáveis do processo dinâmico de crescimento e mudança tecnológica.

O Aprendizado é também um fator que está presente nas duas correntes teóricas, sendo considerado como fonte das futuras inovações e desenvolvimentos industriais e econômicos. Os aprendizados tecnológico e institucional influenciam na trajetória tecnológica das empresas, sendo que para os evolucionistas o aprendizado é importante no processo e na rotineira produção. Já para os institucionalistas, o

conhecimento proporciona a adequação das instituições às necessidades da sociedade, capacitando-a a atender demandas variadas, como a construção de hábitos e desenvolvimento de rotinas.

Os Custos das transações podem derivar da ineficiência na estrutura institucional acompanhada da influência na dinâmica inovativa, podendo, de acordo com Williamsom (1985), terem seus efeitos minimizados de acordo com os atributos das transações, quais sejam: especificidade dos ativos, frequência e duração das transações, racionalidade limitada dos agentes e oportunismo.

Os Incentivos podem ser considerados como a relação dos incentivos do mercado com os regimes tecnológicos e setoriais, sendo que a compreensão do regime tecnológico poderá ser útil na decisão a respeito dos incentivos. Os incentivos do Estado incentivam a produção e movimentação dos agentes no mercado. Edquist (1997), ao tentar uma conexão mais estreita entre a estrutura institucional e os processos de inovação, discorre que se deve considerar as funções específicas das instituições e seu papel no que tange à inovação. Para tanto, o autor relata que as funções básicas das instituições são reduzir a incerteza provendo informações, gerenciar os conflitos e a cooperação, e prover incentivos.

Diante das considerações apresentadas a respeito dos vínculos teóricos, entende-se que o institucionalismo e o evolucionismo adotam posições equivalentes, em virtude da compreensão do crescimento econômico como um processo, e da introdução do indivíduo como elemento analítico na teoria econômica.

2.2.4 Estudos relacionados

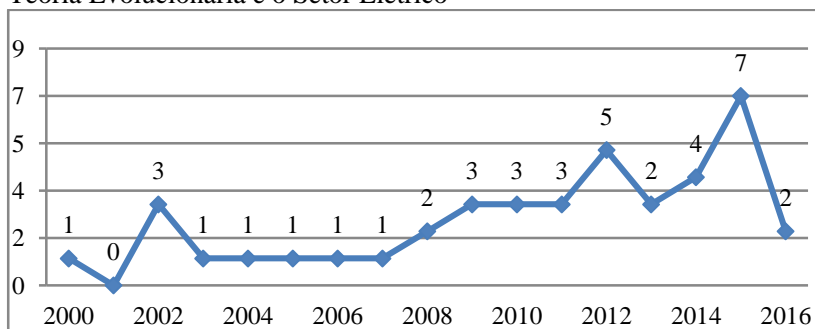
Com o objetivo de identificar a relação entre as Teorias Schumpeteriana, Evolucionista e Teoria Institucional, que embora tenham estudos, ainda não é de todo conhecida, realizou-se uma busca nas bases de dados DOAJ (Directory of Open Access Journals), EBSCO, EMERALD, PROQUEST (Banco de Teses), SCHOOLAR GOOGLE, SCIELO e SPELL (Scientific Periodicals Electronic Library).

Essas bases foram escolhidas por apresentarem textos completos na área de Ciências Sociais Aplicadas, bem como indexarem periódicos considerados de alto impacto, listados na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e classificados como Qualis.

Para tanto, optou-se por analisar todos os artigos publicados no período de 2000 até 2016, sendo a pesquisa longitudinal quanto ao período de tempo. Na primeira etapa, procurou-se qualificar os artigos científicos que tratavam da “Teoria Institucional”, das teorias “Schumpeteriana”, “Neo-schumpeteriana”, “Teoria Evolucionária”, “Inovação” e do “Setor Elétrico”, separadas ou com a combinação de pelo menos duas dessas palavras-chaves. A partir do acesso às bases de dados supracitadas, somente artigos com disponibilidade completa e de acesso gratuito foram coletados. Uma vez que as bases indexam artigos em língua portuguesa e em língua inglesa, as seguintes palavras-chave foram definidas: “*innovation and institutional theory*”, “*evolutional theory and institutional theory*”, “*innovation and energy sector*”, “*evolutional theory and energy sector*”, “*institutional theory and energy sector*”, “*inovação e teoria institucional*”, “*teoria institucional e teoria evolucionária*”, “*inovação e setor elétrico*”, “*teoria evolucionária e setor elétrico*” e “*teoria institucional e setor elétrico*”.

Inicialmente, foram selecionados os artigos em que apareciam as palavras-chave supracitadas. Em seguida, procedeu-se à leitura dos artigos publicados, avaliando se havia alguma ênfase voltada à relação das palavras-chave. Quando confirmada essa abordagem, os artigos foram separados para nova avaliação e categorização. Como resultado, foram selecionados 39 artigos e uma tese para a análise final. O Gráfico 2.1 apresenta a frequência com que foram publicados artigos sobre o tema desta revisão.

Gráfico 2.1: Publicação de estudos a respeito da Teoria Institucional, Teoria Evolucionária e o Setor Elétrico



Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se aumento das publicações a partir de 2009. Destacam-se os anos de 2012 e 2015 como os de maior volume de produção. No Quadro 2.2 estão sistematizadas as pesquisas que abordam a Teoria Institucional, a Teoria Evolucionária e o Setor Elétrico no âmbito internacional e no Quadro 2.3 na esfera nacional. Nos quadros foram abordados somente os estudos que podem contribuir para o presente estudo.

Quadro 2.2: Estudos relacionados: âmbito internacional

AUTORES	PONTO DE VISTA DA ANÁLISE
Rudnick; Zolezzi (2000)	<p>Título: Desregulamentação e reestruturação do setor elétrico na América Latina: lições a serem aprendidas e possíveis avanços</p> <p>Objetivo: Faz-se uma revisão dos desafios e perspectivas para o desenvolvimento do setor elétrico na região, onde a integração energética entre países floresce e os players mundiais de energia começaram a adquirir as concessionárias regionais.</p>
Coriat; Weinstein (2002)	<p>Título: Organizações, empresas e instituições na geração de inovação</p> <p>Objetivo: Desenvolver a análise do sistema de inovação, reunindo as dimensões "institucional" e "organizacional" do processo de inovação a nível de empresa. Elaborar uma teoria "sistêmica" da inovação nas empresas.</p>
Sagar; Holdren (2002)	<p>Título: Avaliação do sistema global de inovação energética: algumas questões-chave</p> <p>Objetivo: Debater a respeito da necessidade de um esforço sistemático para avaliar e preencher as lacunas na compreensão do sistema global de inovação energética.</p>
Redmond (2003)	<p>Título: Inovação, Difusão e Mudança Institucional.</p> <p>Objetivo: Examinar a conexão entre difusão e institucionalismo de forma mais detalhada.</p>

Continua...

Continuando...

Geels (2004)	<p>Título: Dos sistemas sectoriais de inovação aos sistemas sócio técnicos: insights sobre dinâmica e mudança da sociologia e da teoria institucional</p> <p>Objetivo: Incorporar explicitamente o lado do usuário na análise; sugerir uma distinção analítica entre os sistemas, os atores envolvidos neles e as instituições que orientam as percepções e atividades dos atores. O artigo abre a caixa negra das instituições, fazendo delas parte integrante da análise.</p>
Jorgensen (2005)	<p>Título: Setor de energia em transição - tecnologias e políticas regulatórias em fluxo</p> <p>Objetivo: Investigar os regimes de política introduzidos nas últimas décadas em relação ao setor energético. Faz uma avaliação crítica do seu quadro conceptual e da sua compreensão dos problemas e dos mecanismos envolvidos na criação de novos sistemas energéticos.</p>
Sagar, Van der Zwaan (2006)	<p>Título: Inovação tecnológica no setor energético: P & D, implantação e aprendizado.</p> <p>Objetivo: Discutir aspectos da I & D e da "aprendizagem por fazer", os principais contribuintes para a mudança tecnológica que são complementares, mas interligados.</p>
Jones; Arrow (2010)	<p>Título: Editorial: inovação e regulação no fornecimento de energia</p>
Jun, Weare (2010)	<p>Título: Motivações Institucionais na Adoção de Inovações: O Caso do Governo Eletrônico</p> <p>Objetivo: Examinar as motivações institucionais subjacentes à inovação.</p>
Jimenez (2010)	<p>Título: Contratos, confiança e inovações em sistemas de informação</p> <p>Objetivo: Discusses the use of contracts as the prevailing coordination mechanism in IS innovation processes in which an external provider is appointed.</p>
Carley (2011)	<p>Título: A Era da Inovação da Política Energética do Estado: Uma Revisão dos Instrumentos de Política</p> <p>Objetivo: Enfoca os instrumentos de política adotados ao longo da era de inovação da política energética do Estado, que visam diversificar, descentralizar e descarbonizar o setor elétrico.</p>

Continua...

Continuando....

Rolfstam (2012)	<p>Título: Uma abordagem institucional da investigação em matéria de contratos públicos de inovação</p> <p>Objetivo: O artigo baseia-se no pressuposto de que a comunidade de pesquisa em inovação poderia informar esse discurso de política, em particular com base na teoria institucional, mas para aproveitar plenamente esse potencial, é necessária uma nova revisão das perspectivas de pesquisa vistas.</p>
Zheng; Wang (2012)	<p>Título: Inovador ou imitativo? Empresas de tecnologia na China</p> <p>Objetivo: Esclarecer a crença de que muitas empresas chinesas têm operado com bastante sucesso tanto onshore como offshore, seguindo estratégias de custos, através da eficiência do processo e não da inovação; e explicar as razões pelas quais as empresas chinesas não são todos inovadores por meio de uma revisão de estudos empíricos, bem como o nosso próprio exame de duas empresas de tecnologia.</p>
Awate (2014)	<p>Título: Trajetória de inovação em indústrias emergentes: evidências da indústria de energia eólica global.</p>
Burger; Weinmann (2015)	<p>Título: Desempenho da inovação da indústria americana e europeia de fornecimento de eletricidade</p> <p>Objetivo: Utilizando uma abordagem de função de produção baseada em Cobb-Douglas, esta análise relaciona os esforços de P & D de 32 concessionárias de energia elétrica de ambos os lados do Atlântico com seu desempenho em termos de produtividade do trabalho.</p>
Jamasp; Pollitt (2015)	<p>Título: Por que e como subsidiar a energia R & D: Lições do colapso e da recuperação da inovação da electricidade no Reino Unido</p> <p>Objetivo: Atualizar nossos estudos anteriores sobre o tema e discutir os recentes desenvolvimentos nas atividades inovadoras no setor elétrico do Reino Unido.</p>
Signorini; Ross; Peterson (2015)	<p>Título: Análise histórica de instituições e organizações: o caso do setor elétrico brasileiro</p> <p>Objetivo: Centra-se nas instituições do setor elétrico no Brasil, com o objetivo de aumentar o corpo de pesquisa empírica no NIE e produzir explicações satisfatórias que motivam o refinamento da teoria.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com os estudos relacionados no Quadro 2.2, no âmbito internacional observa-se que os estudos acerca da relação entre a Teoria Institucional e a Teoria Evolucionária tiveram destaque a partir de 2002.

Entre os autores que contribuíram para o seu estudo, destacam-se Coriat e Weinstein (2002) que focaram suas análises no desenvolvimento de inovação considerando as dimensões institucionais e organizacionais.

Em 2003, Redmond examinou a conexão entre o institucionalismo e a inovação. Sagar e Van der Zwaan (2006) discutiram aspectos de P&D e learning-by-doing como principais contribuintes para a mudança tecnológica. Juan e Weare (2010) e Rolfstam (2012) analisaram a relação entre a inovação e a teoria institucional. Os demais estudos apresentados no Quadro 2.3 abordaram o tema de forma parcial, mostrando ou a Teoria Institucional ou a Teoria Evolucionista.

Quadro 2.3: Estudos relacionados: âmbito nacional

AUTORES	PONTO DE VISTA DA ANÁLISE
Veiga (2000)	<p>Título: A convergência entre evolucionismo e regulacionismo</p> <p>Objetivo: Comparar os fundamentos de duas linhas teóricas utilizadas na economia política: o evolucionismo e o regulacionismo.</p>
Conceição (2002)	<p>Título: O conceito de instituição nas modernas abordagens institucionalistas</p> <p>Objetivo: Discutir o pensamento de Veblen, o corpo de conhecimento neo-institucionalista e a contribuição da Nova Economia Institucional de Coase e Williamson. Analisa também a importância da escola Francesa da Regulação e dos neo-schumpeterianos ou evolucionários para o pensamento institucionalista.</p>
Aguiar (2007)	<p>Título: Percepções de Pesquisadores sobre Atividades Cooperativas de P&D: uma Análise com Base na Teoria Institucional</p> <p>Objetivo: Estudo visando captar as percepções de pesquisadores de Minas Gerais, experientes em pesquisa cooperativa, quanto a: i) motivação para parcerias em P&D; ii) dinâmica e estabilidade de alianças; iii) consecução de objetivos fixados para as atividades compartilhadas</p>
Quandt; Silva; Procopiuk (2008)	<p>Título: Estratégia e inovação: análise das atividades de P&D no setor elétrico brasileiro</p> <p>Objetivo: Analisar a inserção dos projetos oriundos desses investimentos obrigatórios na estratégia empresarial, bem como as suas implicações para a inovação no setor e seus resultados.</p>

Continua...

Continuando...

Conceição (2008)	<p>Título: A dimensão institucional do processo de crescimento econômico: inovações e mudanças institucionais, rotinas e tecnologia social</p> <p>Objetivo: Este artigo trata da natureza do processo de crescimento econômico, como resultado da interação entre a mudança institucional e tecnológica, o papel das firmas e as instituições.</p>
Barros; Claro; Chaddad (2009)	<p>Título: Políticas para a inovação no Brasil: efeitos sobre os setores de energia elétrica e de bens de informática</p> <p>Objetivo: Este artigo examina como políticas públicas afetam o comportamento das empresas com relação à inovação.</p>
Gomes; Vieira (2009)	<p>Título: O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002</p> <p>Objetivo: Analisar a evolução da formação e estruturação do setor elétrico brasileiro, desde o surgimento da energia elétrica no Brasil, em 1880, até o final de 2002. A análise se faz a partir da descrição histórica linear, com cortes em fatos determinantes que são detalhados e analisados, mostrando-se os principais atores sociais, seus interesses e influência, na data desses cortes.</p>
Quinello; Nascimento (2009)	<p>Título: O processo de inovação sob o enfoque institucionalista: um estudo etnográfico na gestão de facilidades de uma montadora do estado de São Paulo</p> <p>Objetivo: Demonstrar o processo de inovação em gestão de facilidades – GF, sob a ótica institucionalista, utilizando o método etnográfico. Os resultados teóricos do estudo apontaram convergências entre os modelos investigados, e o caso prático pode confirmar a existência de um processo de inovação institucionalizado.</p>
Avrichir; Chueke (2011)	<p>Título: Empreendedorismo institucional: uma análise de caso no setor de energia elétrica brasileiro</p> <p>Objetivo: Contribuir para o entendimento do papel, das características e estratégias de indivíduos denominados na literatura acadêmica como empreendedores institucionais.</p>

Continua...

Continuando...

Bateira (2011)	<p>Título: A relação Estado-mercados na perspectiva do Institucionalismo Original</p> <p>Objetivo: Faz-se a resenha de alguns dos argumentos que questionam radicalmente a teoria econômica neoclássica da relação entre o Estado e os mercados e identificam-se as fragilidades metodológicas fundamentais dessa teoria. Em alternativa, apresenta-se uma interpretação da metodologia fundadora do Institucionalismo Original, a corrente de economia política iniciada por Thorstein Veblen.</p>
Pinto; Maisonave (2012)	<p>Título: Inovação e investimentos no setor elétrico brasileiro sob a ótica de gestores de P&D</p> <p>Objetivo: Desvelar, com o emprego do método fenomenográfico, a percepção de gestores de P&D sobre a influência da busca por inovação no gerenciamento dos investimentos de pesquisa e desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro.</p>
Pereira (2012)	<p>Título: A evolução da teoria institucional nos estudos organizacionais: um campo de pesquisa a ser explorado</p> <p>Objetivo: Identificar nos principais periódicos internacionais as pesquisas mais relevantes no período de 2006 a 2012 no âmbito de formas inovadoras da abordagem institucionalista. A pesquisa é fundamentada em um estudo bibliométrico. O artigo apresenta um mapeamento dos estudos em teoria institucional focando nos elementos: caracterização geral dos trabalhos, avaliação do conteúdo e avaliação de referências.</p>
Arend; Cario; Enderle (2012)	<p>Título: Instituições, inovações e desenvolvimento econômico</p> <p>Objetivo: Discutir elementos teóricos e analíticos institucionalistas e neo-schumpeterianos que deem suporte para a compreensão do desenvolvimento econômico.</p>
Ziviane; Ferreira (2013)	<p>Título: Barreiras e Obstáculos à Inovação no Setor Elétrico Brasileiro: Desafios e Oportunidades</p> <p>Objetivo: Analisar os fatores que dificultam a atividade de inovação no setor elétrico brasileiro.</p>
Souza; Menezes; Franco; Batista (2013)	<p>Título: Inovação Como Mecanismo de Fuga do Isomorfismo Organizacional</p> <p>Objetivo: Abordar de que forma a inovação pode ser utilizada como mecanismo de fuga do isomorfismo organizacional.</p>

Continua...

Continuando...

Leme (2014)	<p>Título: O setor elétrico entre a questão histórica e os problemas sociológicos</p> <p>Objetivo: A análise do setor elétrico brasileiro e sua íntima relação com o Estado e com a forma que o capitalismo assume no Brasil foi de suma importância para o tratamento do setor elétrico neste artigo. Isto porque nos propiciou, a partir de uma abordagem sociológica que integrou na análise a história, evidenciarmos um pouco da trajetória do setor no Brasil.</p>
Pereira; Dathein; Conceição (2014)	<p>Título: A empresa e seu ambiente de interação: os limites da Teoria dos Custos de Transação e o alcance da Teoria Institucionalista Evolucionária</p> <p>Objetivo: Analisar o significado e a importância das empresas para o desempenho das economias sob a perspectiva de duas vertentes teóricas que apresentam diferentes concepções, ainda que parcialmente complementares: a Nova Economia Institucional (NEI) e o Institucionalismo Evolucionário.</p>
Lopes (2014)	<p>Título: O desenvolvimento econômico: uma proposta de abordagem teórica evolucionária e institucionalista</p> <p>Objetivo: Propor uma abordagem teórica para analisar o desenvolvimento econômico unindo elementos da Teoria da Regulação (T.R.), do antigo institucionalismo de Veblen e da teoria evolucionária neoschumpeteriana.</p>
Brittes; Salles-Filho; Pfitzner (2015)	<p>Título: Avaliação do Risco Regulatório em Pesquisa & Desenvolvimento no Setor Elétrico</p> <p>Objetivo: Propor metodologia de avaliação <i>ex-ante</i> de projetos de P&D&I do setor elétrico, incorporada a uma ferramenta de análise multicritério, com foco em risco.</p>
Guimarães; Bankuti (2015)	<p>Título: Inovação sob quatro abordagens teóricas da organização industrial</p> <p>Objetivo: Investigar quais as fontes e consequências da inovação segundo quatro abordagens teóricas da Organização Industrial, sendo, o modelo ECD, a proposta Schumpeteriana, Neoschumpeteriana e Evolucionista</p>
Taffarel; Silva; Clemente; Veiga; Corso (2015)	<p>Título: O Mercado Brasileiro de Energia Elétrica: o Papel da Intensidade do Conteúdo Regulatório e Seu Impacto sobre o Risco de Ações de Capital</p> <p>Objetivo: Analisar o efeito relacionado ao risco da intensidade de conteúdo na legislação reguladora sobre as ações das empresas que operam no mercado brasileiro de energia elétrica.</p>

Continua...

Continuando...

Carvalho;Santos; Barros (2015)	Título: Gestão Estratégica de P&D+i em uma Empresa Pública do Setor Elétrico Brasileiro Objetivo: Mostrar as condições e o potencial para a melhora da eficiência, eficácia e efetividade do programa de P&D regulado pela ANEEL.
Cirani; Kono; Santos; Cassia (2016)	Título: O Papel das Agências Públicas de Fomento à Inovação no Brasil Objetivo: Apresentar uma breve descrição dos principais instrumentos públicos de apoio à inovação no Brasil assim como mostrar uma avaliação preliminar da utilização desses instrumentos em empresas inovadoras.
Motke; Ravanello; Rodrigues (2016)	Título: Teoria institucional: um estudo bibliométrico da última década na web of science Objetivo: Analisar as características das publicações relacionadas à Teoria Institucional no período de 2005 a 2014. Para isso, utilizou-se da base <i>Web of Science</i> da <i>ISI Web of Knowledge</i> buscando a identificação das principais áreas temáticas, autores, instituições, título das fontes, países, idiomas e ano destas publicações.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser observado no Quadro 2.3, em 2000, Veiga procurou comparar os fundamentos de duas linhas teóricas utilizadas na economia política: o evolucionismo e o regulacionismo. Em 2002, Conceição pesquisou a respeito do conceito de instituição nas modernas abordagens institucionalistas, discutindo o pensamento de Veblen, o corpo de conhecimento neoinstitucionalista e a contribuição da Nova Economia Institucional de Coase e Williamson, analisando, analisando também a importância da escola Francesa da Regulação e dos neoschumpeterianos ou evolucionários para o pensamento institucionalista.

Em 2008, dois estudos abordaram o tema, sendo o de Quandt, Silva e Procopiuck (2008), com uma análise das atividades de P&D no setor elétrico brasileiro, e o de Conceição (2008) que estudou sobre o crescimento econômico e a importância da interação da mudança institucional e tecnológica, do papel das firmas e as instituições. Em 2009, Barros, Claro e Chaddad examinaram como as políticas públicas afetam o comportamento das empresas em relação à inovação, e Quinello e Nascimento demonstraram o processo de inovação sob a ótica institucionalista.

Arend, Cario e Enderle (2012) discutiram elementos teóricos institucionalistas e evolucionistas que dão suporte ao desenvolvimento

econômico. Em 2014, Leme estudou a relação do setor elétrico com o Estado, e Lopes propôs uma abordagem teórica para analisar o desenvolvimento econômico unindo elementos da Teoria da Regulação, do antigo Institucionalismo de Veblen e da Teoria Evolucionária Neoschumpeteriana.

Brittes, Salles-Filho e Pfitzner (2015), tendo como base que as empresas de energia elétrica são obrigadas a investirem em P&D, propuseram uma metodologia de avaliação ex-ante de projetos de P&D do setor elétrico, incorporada a uma ferramenta de análise multicritério, com foco em risco. Já Cirani et al. (2016) apresentaram os instrumentos públicos de apoio à inovação no Brasil e sua utilização em empresas inovadoras.

Embora os estudos relacionados apresentados abordem inovação e teoria institucional, os mesmos não trataram das instituições como incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro. Sendo assim, esta tese vem a preencher esta lacuna.

A seguir, será apresentado um breve panorama internacional sobre incentivos governamentais.

3 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS À INOVAÇÃO – BREVE PANORAMA INTERNACIONAL

Desde os anos 1970, projetos de financiamento público têm sido realizados nos Estados Unidos da América (EUA), União Europeia (UE) e Japão a fim de diminuir as incertezas referentes aos projetos inovadores relacionados à energia renovável, entre outros. As falhas e a possibilidade de fracasso são reais, e sem elas existiriam apenas projetos cuja racionalidade seria limitada, possibilitando pouca aprendizagem e raros desafios (HENDRY; HARBORNE; BROWN, 2010).

No setor elétrico, foco deste estudo, o governo pode intervir a fim de combater falhas de mercado por razões que incluem segurança nacional, oportunidades econômicas e benefícios sociais, incluindo a necessidade de diminuir as emissões de carbono dos combustíveis fósseis para evitar mudanças climáticas drásticas. A intervenção governamental em apoio à inovação pode assumir várias formas de financiamentos públicos de P&D, contratos públicos, subsídios de mercado e incentivos aos compradores, alterações regulamentares, melhoria das competências e reforço da cadeia de abastecimento da indústria, possibilitando também o desenvolvimento de novos mercados nacionais (HENDRY; HARBORNE; BROWN, 2010).

A redução das alterações climáticas tem sido um ponto chave na política energética europeia, uma vez que desenvolvimento e inovação estão relacionados entre si, e visam maior segurança energética, sustentabilidade e competitividade para as nações (COSTA-CAMPI; GARCIA-QUEVEDO; TRUJILLO-BAUTE, 2015).

De acordo com Costa-Campi, Garcia-Quevedo e Trujillo-Baute (2015), as empresas na UE estão promovendo inovação com o intuito de reduzir seu impacto ambiental, tomando atitudes que envolvem práticas ambientais responsáveis e autoregulação. Essas práticas são incorporadas no rol de estratégias das empresas, e vistas como um diferencial em relação aos concorrentes, objetivando atrair investidores.

Segundo Jamasb e Pollitt (2015), nos anos 1990 ocorreu diminuição dos investimentos em inovação e desenvolvimento, tanto em países da UE quanto nos EUA, havendo recuperação nos últimos anos. Com o processo de liberalização, mudanças severas ocorreram no setor de energia, influenciando nas decisões de investimentos quanto à P&D no setor. Diante disso, as empresas de energia adotaram novas estratégias competitivas, relacionadas à eficiência dos processos de redução de custos e aumento de margens e na diferenciação de

contratos, uma vez que a energia é um produto homogêneo (JAMASB; POLLITT, 2008).

A seguir serão apresentados alguns programas de incentivos e ações governamentais realizadas nos EUA, Reino Unido, Austrália, Canadá, China e Japão.

3.1 ESTADOS UNIDOS

A consolidação do Vale do Silício ocorreu devido aos gastos em Defesa do governo federal. Grande parte das inovações são demasiadamente caras que somente o governo tem recursos para financiar o seu desenvolvimento. As novas tecnologias, como microondas, radares e sistemas de comunicação beneficiaram-se de fundos federais. Diversos inventos, como a internet receberam financiamento militar no início de seu desenvolvimento. Os EUA pratica política fiscal que beneficia, por meio de créditos fiscais, as empresas que investem em inovação (RAMOS; VECCHI; OLIVEIRA, 2013).

Nos Estados Unidos, em 2009, teve início um programa que visava à ampliação da participação das fontes renováveis na geração de eletricidade do país. Para tanto, foi apresentado o The American Recovery and Reinvestment Act, aprovado em lei pelo presidente da república em 2009. O Recovery Act permitiu ao Departamento de Energia dos EUA investir US\$ 600 milhões compartilhados com US\$ 900 milhões da indústria em 32 projetos regionais, manifestações de Smart Grid e demonstração de armazenamento de energia sob a Grade Inteligente Programa de Demonstração (SGDP) (MIT, 2011).

O programa também engloba a provisão de recursos de longo prazo para a ampliação em três interconexões nacionais, servindo todos os estados dos EUA. Ademais, o Recovery Act forneceu US\$ 4,5 bilhões com o intuito de modernizar a rede de transmissão americana, o que gerou dois programas do departamento de energia: Smart Grid Demonstration Projects (SGDP) e Smart Grid Investments Grant (SGIG) (MIT, 2011). O SGDP visava incentivar novas tecnologias, ferramentas, técnicas e sistemas relacionados à introdução de Smart Grid na rede elétrica norte-americana. Por outro lado, o SGIG tinha o objetivo de modernizar o parque de distribuição americano e possibilitar investimentos em tecnologias de Smart Grid, que maximizassem a confiabilidade do sistema, funcionalidade, segurança cibernética, e eficiência operacional do sistema. Entre 2009 e 2015 foram gastos aproximadamente US\$ 6 bilhões em despesas registradas, para estimular

economicamente os trabalhadores americanos e a economia do país e também para modernização da rede elétrica dos EUA (SMARTGRID, 2017). Nesse sentido, nota-se que o papel do Estado é fundamental para alavancar economicamente determinadas tecnologias, seja financiando, gerenciando recursos, ou reivindicando resultados.

Os incentivos fiscais foram introduzidos nos EUA em 1954, concedendo dedução total sobre os gastos em P&D, conforme descrito no Internal Revenue Code. Na década de 90 o formato dos incentivos foi alterado pelo Economic Recovery Tax Act, passando a incidir somente sobre o gasto incremental das atividades de P&D. Entre 1981 e 1985, o programa teve custo de aproximadamente US\$ 7 bilhões, de acordo com o US General Accounting Office.

Entre 1981 e 1989 os incentivos foram reduzidos de 25% para 20% sobre o gasto adicional realizado pela empresa, a fim de realizar novas atividades inovadoras (LEYDEN; LINK, 1993). O governo concedia também incentivo fiscal para as empresas que destinassem mais de 3% de seu faturamento para as atividades de P&D. No país, os incentivos fiscais têm como base as deduções dos impostos sobre 100% dos gastos correntes em P&D elegíveis durante os primeiros cinco anos, sendo que a cada US\$1 gasto em atividades de P&D a empresa tem o direito de deduzir igual valor do lucro sobre o qual o imposto será cobrado (MINISTÉRIO DAS FINANÇAS E DA RECEITA DO CANADÁ, 2000).

Diversas políticas regulatórias estaduais definem a estrutura da indústria elétrica nos EUA, como adequação de geração, combinação de recursos energéticos, localização de transmissão e recuperação de custos e preços de eletricidade no varejo. As políticas reguladoras federais governam o design e os preços do mercado de energia por atacado (WILLRICH, 2009).

3.2 REINO UNIDO

O Reino Unido tem investido no desenvolvimento e implementação de Smart Grid, sendo considerado líder europeu em investimentos relacionados a projetos de pesquisa e demonstração de redes inteligentes (OFGEM, 2014). A indústria Smart Grid está sendo desenvolvida pela ação conjunta entre o Department of Energy & Climate Change (DECC), o Departamento Britânico de Energia e Mudanças Climáticas, o OFGEM (Office of Gas and Electricity Markets) - órgão regulador britânico – como estratégias políticas à

redução de carbono de 80% até 2050, e segurança de suprimentos. Igualmente, no país pretende-se desenvolver um modelo de geração diversificada, que englobam energia eólica e nuclear, com a intenção de atingir até 2020, 15% do consumo de energia por meio de fontes renováveis (JOO TEH et al., 2011).

A implantação de Smart Grid no país determinou três objetivos, quais sejam: redução do carbono, segurança de suprimento energético, competitividade econômica e acessibilidade, concentrando-se em desafios como integrar a geração inflexível, possibilitar a eletrificação do transporte e aquecimento, e integrar os recursos de energia distribuída (JOO TEH et al., 2011).

O Reino Unido iniciou as práticas de incentivos fiscais no final dos anos 90, sendo que o programa foi constituído em 2000, e dirigia-se ao desenvolvimento tecnológico de pequenas e médias empresas. O programa foi adotado frente a diminuição dos gastos em P&D no país em relação aos países que compõem o G7, ou seja, Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália e Japão. Em 2000, os incentivos fiscais diziam respeito às deduções dos impostos sobre 125% dos gastos em P&D elegíveis ou de 150% para pequenas e médias empresas, em que de cada £1m gasta em P&D a empresa poderia deduzir £1,5m do lucro ao qual seria incidido o imposto (UK, HM TREASURY, 2005).

Nesse sentido, nota-se que os incentivos fiscais no país são voltados às pequenas e médias empresas, no entanto o país tem como objetivo investimentos de empresas multinacionais, tanto das empresas já instaladas como de novas. Cerca de um terço dos gastos em P&D no Reino Unido são financiados pelo governo, e as pesquisas são realizadas em universidades. O país teve êxito com o programa, tanto em empresas de pequeno porte, mas intensivas em P&D, como de grande porte, que melhoraram seu desempenho. Também o número de empresas inovadoras aumentou, e o programa passou a ser exemplo de boa prática dos instrumentos fiscais com o intuito de incentivar atividades de P&D privado (AVELLAR, 2007).

3.3 AUSTRÁLIA

Na Austrália, em 1985, o governo iniciou a concessão de incentivos fiscais referentes a 150% do valor total gasto com atividades de P&D. Em 1996, os incentivos foram limitados a tipos de gastos elegíveis para o benefício fiscal, havendo redução na porcentagem de incentivos para 125% do total dos gastos. O governo australiano

propicia benefícios com dedução do imposto correspondente a 125% das despesas vigentes e de 125% das despesas incrementais de capital por três anos para atividades de P&D (AVELLAR, 2007).

3.4 CANADÁ

Foi no Canadá que as primeiras práticas de incentivos fiscais foram realizadas, e desde 1960 diversas empresas têm utilizado esse mecanismo fiscal. De acordo com Leyden e Link (1993) entre os anos de 1962 a 1965, 50% da diferença entre os gastos referentes à P&D, realizados em 1961, poderiam ser deduzidos. Já entre 1979 e 1982 foram oferecidos dois tipos de incentivos, sendo um sob o total das despesas de P&D e outro sobre o valor incremental. A porcentagem de crédito fiscal incidia sobre 10% do total gasto em P&D e o incremental sobre 50% do gasto, tendo como base os últimos três anos (BLOOM et al., 2002). Entre 1997 e 1999, aproximadamente 40% das empresas instaladas no Canadá utilizou este instrumento de incentivos fiscais, que é considerado o mais relevante como apoio das atividades inovadoras contemplando mais de 4.500 empresas (AVELLAR, 2007).

De acordo com relatórios do Departamento de Finanças do Canadá, o programa promoveu aumento de US\$ 1,38 nos gastos em P&D a cada US\$1 de renúncia fiscal, e ainda, os resultados positivos dos incentivos fiscais podem ser percebidos pelo aumento no número de novos produtos, e de vendas das empresas (CZARNITZKI et al., 2004). As atividades que participam do programa de incentivos contemplam melhoria de produtos, controle de qualidade, entre outras listadas no Manual de Oslo (OCDE, 2005).

As regiões de Montreal, Cidade de Quebec e Sherbrooke possuem centros universitários de ponta cujas instituições mantêm estreita colaboração com renomados polos internacionais de pesquisa. O governo regional dispõe ainda de programas de fomento das relações universidade-empresa. Destacam-se dentre os setores de excelência em P&D os de tecnologia aeroespacial, ótica, tecnologias da informação e da comunicação (TICs), nanotecnologia, novos materiais, genômica e fármacos (das seis grandes companhias farmacêuticas canadenses, cinco estão instaladas no Quebec, além de 400 empresas biofarmacêuticas concentradas na região de Montreal) (KENICKE, 2013).

Cabe citar ainda o sucesso de Waterloo, que ocorreu devido aos investimentos e incentivos tanto do governo federal quanto municipal,

que apoiam a região mediante financiamento para infraestrutura, criação de empregos e pesquisa e desenvolvimento (CARDOSO; SILOS, 2013).

3.5 ALEMANHA

A pesquisa científica na Alemanha é fomentada pela indústria em conjunto com universidades e instituições privadas, públicas e mistas, além de órgãos governamentais nos níveis federal e estadual. O aproveitamento eficiente das novas oportunidades depende de uma grande coordenação entre todos os atores do cenário de inovação do país – governo, instituições independentes de pesquisa, universidades, empresas privadas e outros. Nesse contexto, o papel das universidades alemãs no cenário de C,T&I no país é essencial (VARGAS; CID; BESSA, 2013).

Nesse sentido, destaca-se a Sociedade Max Planck que é a mais respeitada e tradicional instituição científica da Alemanha. Até 2013, 32 cientistas ligados à Sociedade Max Planck receberam o Prêmio Nobel. A Max Planck dedica-se à pesquisa básica com cerca de 14 mil funcionários na Alemanha; fazem parte de sua rede 80 institutos de pesquisa, que cobrem todas as áreas do conhecimento. Seu orçamento total em 2011 foi de 1,4 bilhão de euros, custeado pelo governo federal e pelos governos estaduais da Alemanha. Cabe citar também a Associação Helmholtz, composta por 17 instituições de pesquisa (medicina e biologia, com três prêmios Nobel em sua história), 30 mil funcionários e orçamento anual de 3 bilhões de euros, custeados pelo governo federal, pelos governos estaduais e contratantes privados (VARGAS; CID; BESSA, 2013).

O acordo de cooperação no setor de energia entre Brasil e Alemanha com foco em Energias Renováveis e Eficiência Energética, foi firmado em maio de 2008 e promulgado em março de 2012, por meio do Decreto Nº 7.68/ 2012. Esse acordo tem o intuito de incentivar a produção e o uso de energias renováveis, como a solar, e conseguir maior eficiência nos processos produtivos, por meio da troca de conhecimento científico e da transferência de tecnologias entre os dois países (ACORDO BRASIL-ALEMANHA DE COOPERAÇÃO NO SETOR DE ENERGIA COM FOCO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2008).

De acordo com a Eletrobras Procel (2012), a Alemanha tem tido sucesso no setor de energia devido aos programas de subsídios oferecidos pelo governo, às leis de energia, aos mecanismos

regulatórios, e pelo aumento dos preços de energia no mercado, que tem favorecido a expansão do uso de sistemas de aquecimento solar no país.

Um dos principais mecanismos de incentivos existentes na Alemanha é o Programa de Incentivos de Mercado (MAP), em alemão “Marktanreizprogramm”, que integra as estratégias do governo alemão, objetivando a expansão da participação de energia renovável na matriz energética do país. A Alemanha conta ainda com a Lei de Energias Térmicas Renováveis (EeWärmeG), que entrou em vigor em janeiro de 2009, tornando obrigatório o uso de fontes renováveis para obtenção de calor em novas edificações e suprir parte das necessidades energéticas. Ademais, a lei de incentivo à energia fotovoltaica, Electricity Feed-in Law, foi adotada em 1990, e reformada em 1999, originando o Código das Fontes Renováveis de Energia (Erneuerbare- Energien-Gesetz, EEG), que oferece tarifas de auxílio a empresas segundo o tipo de energia alternativa utilizada (ACORDO BRASIL-ALEMANHA DE COOPERAÇÃO NO SETOR DE ENERGIA COM FOCO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2008).

3.6 CHINA

Em 1999, foi criado o mais conhecido programa chinês de financiamento à inovação, o Fundo de Inovação para Firms Baseadas em Tecnologia, conduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Ministério da Fazenda. O programa tem como objetivo auxiliar pequenas empresas em todo o país. Para tanto, financiamentos são disponibilizados na forma de subsídios, empréstimos subsidiados ou outros tipos de investimentos de capital, dando preferência para empresas de alta tecnologia e start-ups (TANG, 2009).

Segundo Tang (2009) os programas públicos com a intenção de fortalecer a pesquisa em universidades e centros de pesquisa foram: (a) Programa de Inovação do Conhecimento, que durou doze anos e foi extinto em 2010, tendo como objetivo desenvolver uma tradição em pesquisa em áreas estratégicas, como tecnologias de comunicação e informação, biologia, materiais avançados e manufaturas, novas fontes de energia, espaço e oceanografia, meio ambiente e ecologia, por meio do fornecimento de fundos extras aos mais promissores centros de pesquisa filiados à Academia Chinesa de Ciências; e (b) Programa dos Cem Talentos, lançado em 1994, tem o intuito de motivar jovens e excelentes pesquisadores chineses e estrangeiros para auxiliar no desenvolvimento de C&T na China.

Na China, o governo tem modificado seu papel de provedor direto de P&D para planejador estratégico e fornecedor de ciência e pesquisa básica. Com isso, houve queda na participação dos gastos fiscais em Ciência e Tecnologia (C&T) como parte dos gastos fiscais totais em 2005 (DING; LI; WANG, 2008).

3.7 JAPÃO

O sistema de inovação japonês é composto pelos Ministérios da Educação, Cultura, Ciência e Tecnologia, Ministério da Economia, Comércio e Indústria, outras agências do setor público, universidades e empresas. O marco legislativo da inovação no país é a Lei de Revitalização da Indústria de 1999. Hodiernamente, os investimentos japoneses em ciência e tecnologia estão divididos entre financiamento público, voltado principalmente à pesquisa básica, e financiamento do setor privado, predominantemente dirigido à pesquisa aplicada (GALVÃO; ARAÚJO, 2013).

Os benefícios fiscais para empresas que investem em inovação variam entre 8 e 10% dos custos totais da pesquisa, até o máximo de 20% dos tributos devidos. Existe ainda uma espécie de crédito especial para pesquisa realizada em parceria com universidades ou instituições públicas, que propicia a concessão de créditos fiscais equivalentes a 12% dos custos totais da pesquisa. Hodiernamente, os investimentos japoneses em C&T dividem-se entre financiamento público, voltado à pesquisa básica, e financiamento do setor privado, direcionado à pesquisa aplicada. Em 2009, o financiamento público em C&T representou 0,99% do PIB nacional, ou 5,166 trilhões de ienes (US\$ 66 bilhões). Já os investimentos das empresas em pesquisa e desenvolvimento, somaram aproximadamente 2,61% do PIB, 13,6 trilhões de ienes (US\$ 174 bilhões). O Japão apresenta níveis de investimento em C&T de 3,6% do PIB (GALVÃO; ARAÚJO, 2013).

Nesse sentido, os investimentos em P&D no Japão abrangeram vários setores econômicos, havendo integração entre P&D, produção e atividades de importação de tecnologia em nível empresarial. O Japão proveu incentivos à direção e aos trabalhadores das empresas a fim de fomentar a inovação (MAZZUCATO, 2014).

Mazzucato (2014) cita que Johnson (1982) explica o sucesso do Japão no que se refere à inovação devido a ser um “Estado Desenvolvimentista”, ou por ter sua economia baseada em políticas industriais pelo MICI. O país trabalha também para criação de

estratégias comerciais específicas para conquistar mercados domésticos e internacionais.

Diversas marcas japonesas estão associadas aos mais avançados produtos em várias categorias. Empresas japonesas tornaram-se conhecidas, por sua capacidade de aprimorar produtos e serviços. Essas inovações incrementais foram pilares do seu sucesso industrial (GALVÃO; ARAUJO, 2013).

4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A metodologia tem o intuito de apresentar as características e os métodos utilizados para condução da pesquisa, ditando o trajeto a ser percorrido por estes (VERGARA, 2010). Neste capítulo apresentam-se o delineamento da pesquisa, os procedimentos para coleta de dados, os instrumentos para coleta de dados, as categorias analíticas, o constructo da pesquisa, validade e confiabilidade da pesquisa, os pressupostos, definição do caso e dos sujeitos da pesquisa, os procedimentos para análise de dados, as definições constitutivas e operacionais das categorias a serem analisadas, e o cronograma de atividades a ser atendido para realização do estudo.

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Kerlinger (1980), o delineamento está relacionado ao modo pelo qual o problema de pesquisa é concebido e à estrutura usada para a experimentação, coleta e análise dos dados. Neste contexto, este estudo enquadra-se na categoria de pesquisa descritiva e explicativa quanto aos objetivos, documental, bibliográfica e estudo de caso quanto aos procedimentos, de abordagem qualitativa, teórico-empírica. Cada um desses aspectos do delineamento será descrito a seguir.

Em relação ao objetivo, a pesquisa é descritiva, pois busca descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade, com o objetivo de conseguir informações e visões diferentes das já existentes acerca do problema de pesquisa (TRIVINOS, 1992). A pesquisa é explicativa, pois tem o intuito de identificar os fatores determinadores e/ou influenciadores do acontecimento dos fenômenos, e, permitindo aprofundamento do conhecimento da realidade (GIL, 2009). No caso específico desta tese, a pesquisa caracteriza-se como explicativa, uma vez que explica qual o papel das instituições no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro, com base nas teorias schumpeteriana, evolucionária e institucional.

Quanto aos procedimentos esta pesquisa é documental, bibliográfica e baseada em estudo de caso. A pesquisa documental consiste no estudo de documentos e sua interpretação, sendo indicada quando se estuda longos períodos de tempo, buscar identificar tendências no comportamento de um fenômeno (GODOY, 2006). Já a pesquisa bibliográfica, de acordo com Cervo e Bervian (1996), é uma fonte secundária que objetiva o aprofundamento do pesquisador com

relação ao tema objeto de pesquisa, por meio de revisão de literatura existente sobre o tema.

Segundo Stake (2000), o estudo de caso não é uma escolha metodológica, mas a escolha do que será estudado. Como uma forma de pesquisa, o estudo de caso é definido pelo interesse em casos individuais, não pelo método de pesquisa utilizado. É um processo de investigação sobre o caso e o produto daquela investigação, é específico, único, deve ter limites e apresentar padrões de comportamento. De acordo com Triviños (2007), mesmo que não seja possível generalizar o resultado atingido com o estudo, o mesmo possibilita profundo conhecimento em relação a uma determinada realidade. Sendo assim, consideram-se os apontamentos de Merriam (1998) contemplando particularidade, potencial descritivo, heurístico e indutivo para o estudo de caso. Segundo Godoy (2006), o estudo de caso tem o intuito de ajudar na compreensão e descoberta de novos significados do que está sendo estudado e propiciar uma descrição densa deste.

Quanto à abordagem do problema esta pesquisa é qualitativa. De acordo com Creswell (2010), a pesquisa qualitativa é utilizada a fim de explorar e entender o significado que um grupo de indivíduos confere a determinado assunto ou problema. O objetivo de uma pesquisa qualitativa é compreender o contexto no qual determinado fenômeno se insere a partir da relação que tal fenômeno estabelece com o sujeito e por ele é interpretado à luz da teoria. Sendo assim, a pesquisa qualitativa não procura tão somente evidenciar dados e sim a natureza destes, sendo que a compreensão é feita de forma ampla e conectada com os mais diversificados fatores protegendo o conjunto do fenômeno (MEZZARROBA; MONTEIRO, 2009). Segundo Richardson (2008), o método qualitativo caracteriza-se por não utilizar instrumentos estatísticos como base de análise de um problema de pesquisa em que momentos vivenciados por grupos sociais podem ser especificados e compreendidos, descrevendo as diversidades dos problemas.

Na pesquisa qualitativa adotam-se critérios de pesquisa social empírica, sendo confiabilidade, validade e objetividade. Para tanto, Flick (2009) avalia a confiabilidade como uma concepção procedimental, verificando o conteúdo da declaração dos entrevistados e o que é interpretação do pesquisador. A validação, por sua vez, ocorre quando o pesquisador evita posicionar-se, não produzindo versões tendenciosas baseadas em suas experiências. Já a objetividade destina-se a checar se dois pesquisadores apresentaram iguais resultados com dados qualitativos da pesquisa.

O estudo tem ainda abordagem teórico-empírica, pois confronta abordagens teóricas com uma realidade empírica semelhante. De acordo com Demo (2000), a preocupação central para realização da pesquisa é possibilitar a convergência do teórico e do empírico e não a submissão de um em relação ao outro ou mesmo em detrimento de alguma das partes. Ademais, o autor discorre que a verificação da realidade, ocorrida na pesquisa teórico-empírica, possibilita a produção e análise dos dados empíricos tendo como base o referencial teórico, o qual também sofre influência destes.

4.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Esta pesquisa conta com dados primários e secundários. Os dados primários são aqueles que surgem a partir da interação direta do pesquisador com os participantes da pesquisa por meio de questionários, entrevistas, observações, entre outros métodos. Já os dados secundários são aqueles que não apresentam relação direta com o acontecimento registrado. A ferramenta escolhida para coletar os dados primários foi a entrevista estruturada (CRESWELL, 2010), já os dados secundários serão coletados por meio de documentos e pesquisa bibliográfica.

A pesquisa foi realizada no setor de energia elétrica brasileiro. Para o desenvolvimento da investigação documental buscou-se identificar os eventos regulatórios, que incentivaram a inovação no setor, ocorridos no período em estudo. Em relação ao tempo de coleta, a presente pesquisa é classificada como um estudo longitudinal, considerando fatos e dados desde a Promulgação da Constituição Federal de 1988 até dezembro de 2017. Os dados necessários à análise foram obtidos junto a sites da agência reguladora, do Governo Federal Brasileiro, e de outros órgãos públicos, e por meio de entrevistas com gestores de empresas do setor elétrico (geradoras), pesquisadores e agentes que trabalham em entidades que contribuem com o desenvolvimento do setor.

4.3 DEFINIÇÃO DO CASO E SUJEITOS DA PESQUISA

Com o intuito de alcançar os objetivos desta pesquisa, adotou-se como critério a escolha de empresas brasileiras geradoras de energia elétrica, centros de pesquisa de universidade, e empresa fornecedora de equipamentos para o setor de energia elétrica. Para seleção dos sujeitos de pesquisa, inicialmente foi realizada consulta no sítio eletrônico da

ANEEL, onde constam dados das empresas geradoras de energia que participam do PP&D ANEEL.

A fim de obter consentimento dos gerentes de P&D à realização das entrevistas, foram contactados, via email, todos os gerentes de P&D listados. Dos 83 e-mails enviados no período de novembro de 2017 a março de 2018, 13 eram inexistentes. Quatro gerentes responderam que não poderiam colaborar com a pesquisa, cinco concordaram em responder e os demais não responderam ao email. Após este primeiro contato, os gerentes foram contactados via telefone, a fim de marcar data para as entrevistas. Em abril de 2018, novo email foi enviado para aqueles que não haviam respondido, mas novamente não se teve respostas. Vale relatar que um mesmo gerente de P&D representa diversas empresas de um mesmo grupo empresarial. Sendo assim, esses cinco gerentes entrevistados respondem por 14 empresas.

Quatro das cinco entrevistas realizadas com os gerentes de P&D das empresas geradoras foram realizadas por meio de telefone, e uma pessoalmente. Além dos cinco gerentes de P&D entrevistados, representando as empresas geradoras de energia, fazem parte do grupo de sujeitos da pesquisa, o diretor de um centro de pesquisa, e um profissional de uma secretaria de inovação, ambos vinculados a uma universidade federal; e um gerente de inovação de uma empresa fornecedora de equipamentos para o setor elétrico. Essas três entrevistas foram realizadas pessoalmente. O cronograma de entrevistas pode ser observado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Cronograma de entrevistas

Entrevistado	Código	Data da Entrevista	Tempo (min)
Grupo Empresa geradora 1	EG1	16/05/2018	0:47
Grupo Empresa geradora 2	EG2	16/04/2018	0:34
Grupo Empresa geradora 3	EG3	22/02/2018	0:44
Grupo Empresa geradora 4	EG4	06/04/2018	0:33
Grupo Empresa geradora 5	EG5	14/03/2018	0:38
Empresa Fornecedora	EF	23/03/2018	0:55
Centro de pesquisa	CP	10/04/2018	0:39
Secretaria de Inovação	SI	26/03/2018	0:45
Total			5 h e 58 min

Fonte: Elaboração Própria

Nota-se, no Quadro 4.1 que o tempo médio das entrevistas foi de 41 minutos por entrevistado, somando aproximadamente seis horas de entrevistas. A entrevista que apresentou o menor tempo de duração foi com a empresa EG2 (0:34), já a que apresentou maior tempo foi a empresa fornecedora de equipamentos para o setor elétrico (0:55).

Algumas características das empresas geradoras pesquisadas podem ser observadas no Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Empresas geradoras pesquisadas

Grupo de Empresas	Local	Origem capital	Entrevistado
EG1	Rio de Janeiro	Privada/Estrangeiro	Gerente P&D
EG2	Santa Catarina	Privada/Estrangeiro	Gerente P&D
EG3	Santa Catarina	Privada/Nacional	Gerente P&D
EG4	São Paulo	Privada/Nacional	Gerente P&D
EG5	São Paulo	Privada/Estrangeiro	Gerente P&D

Fonte: Dados da pesquisa.

A empresa fornecedora de equipamentos, situada em SC, e escolhida por acessibilidade, é uma empresa brasileira, de capital aberto, determinante para o setor, e que produz equipamentos utilizados para geração, transmissão e distribuição de energia.

O centro de pesquisa entrevistado localiza-se em Santa Catarina, e é vinculado a uma universidade federal. Desenvolve estudos nas diversas áreas de aplicação da energia solar no Brasil, com foco principal em sistemas fotovoltaicos integrados ao entorno construído e interligados à rede elétrica pública, os chamados Edifícios Solares Fotovoltaicos.

A secretaria de inovação pesquisada também é vinculada a uma universidade federal, e tem como missão promover a inovação e o empreendedorismo, por meio de parcerias e interações com diferentes atores, criando condições para que o saber filosófico, científico, artístico e tecnológico produzido na Universidade, possa ser revertido em prol da sociedade. A Secretaria realiza os contratos para parceria da universidade com empresas, seguindo diversos programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, entre eles, o PP&D ANEEL.

Foram ainda utilizadas informações de entrevistas realizadas pelo Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) – UFRJ, ao qual esta pesquisadora está vinculada. Em 2016, o Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) e a Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos

Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist), ambos do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, iniciaram projeto de P&D, com o objetivo de avaliar os resultados e impactos do PP&D da ANEEL, e formular proposições e medidas de inovações regulatórias e de políticas públicas para o aperfeiçoamento do PP&D, dentro de uma visão sistêmica. Para identificar essas entrevistas na análise de dados, optou-se por utilizar o nome EGESEL.

4.4 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A pesquisa é qualitativa em relação à coleta de dados. Segundo Creswell (2010), os procedimentos para coleta de dados na pesquisa qualitativa podem ser: (a) observações a respeito de comportamentos e situações no local de pesquisa; (b) entrevistas e (c) documentos. Essa pesquisa utilizou entrevistas semiestruturadas realizadas com gestores de empresas pertencentes ao setor elétrico, centros de pesquisa, empresa fornecedora de equipamentos para o setor, e por análise de documentos.

A técnica da entrevista, segundo Gil (2009) deve ser iniciada com uma introdução em que é feita uma explicação do que se pretende e por que a pesquisa está sendo realizada; ao se finalizar a entrevista, o autor sugere cordialidade e agradecimento, tornando uma nova pesquisa viável. Realizada a entrevista faz-se a transcrição e a análise: para tanto, o pesquisador precisará se dedicar à análise minuciosa e criteriosa do material. No entanto, apesar destes indicativos para uma boa entrevista, não há regras a seguir, nem de como realizar a entrevista, nem sobre a conduta do pesquisador, da mesma forma como não se pode generalizar os dados obtidos com os resultados da pesquisa (GODOI; MATTOS, 2010).

De acordo com Seltiz (1987), na entrevista o pesquisador tem como mediar alguma resposta dando novo rumo às questões seguintes. Sendo assim, a entrevista semiestruturada é composta por perguntas abertas, feitas verbalmente em uma ordem prevista, mas na qual o entrevistador pode acrescentar perguntas de esclarecimento (LAVILLE; DIONNE, 1999). O pesquisador fica livre para exercitar sua iniciativa no acompanhamento da resposta a uma pergunta, tendo a possibilidade de arguir perguntas relacionadas que não foram antes pensadas e que não estavam inicialmente incluídas. Desta forma, é possível obter informações inesperadas, melhorando as descobertas. A entrevista semiestruturada tem estrutura inicial, mas permite flexibilidade para incluir perguntas não estruturadas (HAIR et al., 2005). Assim, o roteiro de

entrevista é um conjunto de perguntas destinadas a gerar dados necessários para atingir os objetivos de uma pesquisa (SWEENEY; WILLIAMS; ANDERSON, 2007). Nesta pesquisa a construção do roteiro para a entrevista foi realizada com base nas evidências encontradas na literatura a respeito da teoria institucional e da teoria evolucionária.

4.4.1 Categorias analíticas do estudo

Na análise de conteúdo, um procedimento importante é a categorização. De acordo com Minayo (2008) a utilização de categorias permite o estabelecimento de classificações, agrupamento de ideias e expressões a respeito de determinado conceito. Nesse sentido, Bardin (2004) discorre que a categorização ajuda na interpretação, visto que parte de uma classificação prévia dos dados.

Neste estudo, a categorização está relacionada à necessidade de elaboração de categorias de modo coerente e ordenada, uma vez que o resultado final é constituído por interpretações das entrevistas semiestruturadas, associando estruturas dos entrevistados com as do entrevistador.

As categorias podem ser divididas em grade fechada, aberta e mista, sendo que na grade fechada as categorias são definidas previamente, de acordo com os objetivos da pesquisa e fundamentação teórica a respeito do tema. Já na grade aberta as categorias formam-se ao longo da pesquisa e são alteradas até que se consiga as categorias finais de análise. Por sua vez, a grade mista contempla as categorias definidas anteriormente, no entanto, diverge da grade fechada ao permitir alterações nestas categorias pré-definidas ao longo do processo de análise (VERGARA, 2010).

Neste estudo, inicialmente, optou-se pela utilização de categorias fechadas, com base nos objetivos da pesquisa. Deste modo, as categorias a serem analisadas foram previamente determinadas com base na fundamentação teórica apresentada no capítulo 2, segunda seção, quais sejam: história, perspectiva evolucionária, custos de transação, aprendizado, mudança, hábitos e incentivos. No Quadro 4.3 são descritas as categorias, e os autores correspondentes.

Quadro 4.3: Categorias analíticas

Categorias analíticas	Descrição	Autores
História	A história da firma e sua trajetória podem influenciar os processos de decisão.	Zawislak (1996)
	As empresas diferenciam-se de forma contínua quanto aos arranjos competitivos devido à sua história.	Dosi (2006)
	A história (trajetória percorrida, eventos passados) é um elemento-chave para o entendimento dos cenários de desenvolvimento, uma vez que as instituições perduram e podem estimular a inovação tecnológica por meio de transmissão de ideias e ações, e indução de mudanças.	Conceição (2012)
Perspectiva Evolucionária	É o resultado de produtos e adaptações ao longo do tempo, com características diversas em determinados momentos e contextos.	Nelson (1995)
	A evolução das instituições influencia a maneira como elas influenciam o desempenho econômico de determinada região.	Arend e Cario (2010)
Aprendizado	Aprendizado é a busca de oportunidades tecnológicas que geram melhorias nos mecanismos de busca e permitem o desenvolvimento de produtos novos.	Lemos, Lastres e Albagli (1999)
	Por meio do aprendizado conquistado a empresa sai de sua situação de conforto, o que propicia inovações.	Perez (2004)
	O aprendizado permite a aquisição de diversos tipos de conhecimento que podem auxiliar posicionamento favorável para as empresas.	Johnson e Lundvall (2006)
	Melhorias em produtos e processos ocorrem em função do aprendizado acumulado.	Freeman e Soete (2008)
	Prover incentivos é uma das três funções básicas das instituições.	Edquist (1997)

Continua...

Continuando...

Mudança	A inovação contempla as mudanças organizacionais utilizadas para o formato da organização e da gestão.	Lemos, Lastres e Albagli (1999)
	As instituições são parte de um processo dinâmico, contínuo e relativamente incerto, indissociável das mudanças tecnológicas e sociais.	As instituições são parte de um processo dinâmico, contínuo e relativamente incerto, indissociável das mudanças tecnológicas e sociais.
	Podem ser necessárias mudanças nas regras que coordenam a economia e a sociedade.	Fiani (2011)
Hábitos	Os hábitos são os comportamentos ou ações realizadas sem pensamento prévio.	Nelson (1995)
Incentivos	A estrutura institucional da economia modela um sistema de incentivos e empecilhos, que define os interesses, molda e canaliza as ações dos atores.	Zysman (1994)
	Prover incentivos é uma das três funções básicas das instituições.	Edquist (1997)

Fonte: Dados da pesquisa.

4.5 CONSTRUCTO DA PESQUISA

Com base no arcabouço teórico apresentado, e derivadas dos objetivos específicos, quatro questões foram compostas para delimitar o escopo do trabalho e auxiliar no agrupamento das informações. Sendo assim, no Quadro 4.4 estão listadas as questões norteadoras deste estudo, que orientam a coleta de dados e posiciona o estudo a partir da caracterização das influências que os elementos institucionais podem ter no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro, os objetivos específicos, as categorias analíticas e a forma de obtenção dos dados.

Quadro 4.4: Constructo de pesquisa

Objetivo específico	Questão de Pesquisa	Categoria Analítica	Coleta de dados
a. Caracterizar o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor elétrico brasileiro.	Quais as características do ambiente institucional que se voltam para a inovação no setor elétrico brasileiro?	História; Perspectiva Evolucionária; Hábitos;	Pesquisa documental, e Entrevista: *Apêndice A, B (questões referentes às categorias analíticas História, Perspectiva Evolucionária e Hábitos).
b. Analisar a dinâmica inovativa presente na trajetória tecnológica do setor.	2. Como o setor de energia elétrica no Brasil se desenvolveu em sua trajetória tecnológica?	História; Perspectiva evolucionária; Aprendizado; Mudança.	Pesquisa documental e Entrevista: *Apêndice A e B (questões referentes às categorias analíticas História; Perspectiva evolucionária; Aprendizado; Mudança).
c. Identificar e analisar as ações que a ANEEL realiza no intuito de promover a inovação no setor.	3. De que forma as instituições tem incentivado ou promovido inovação no setor elétrico brasileiro?	Perspectiva evolucionária; Incentivos.	Pesquisa documental e Entrevista: *Apêndice A, B (questões referentes às categorias perspectiva Evolucionária e Incentivos).
d. Analisar a relação entre as atividades de P&D e as estratégias das empresas de energia elétrica no Brasil.	4. As empresas de energia elétrica têm como estratégia empresarial as atividades de P&D, ou elas ocorrem devido à imposição governamental?	Hábitos; Incentivos.	Pesquisa documental e entrevista: *Apêndice A (questões referentes às categorias analíticas Hábitos; Incentivos).

***Apêndice A:** Refere-se ao roteiro de entrevista utilizado para as empresas do setor (geradoras e fornecedoras de equipamentos); **Apêndice B:** Refere-se ao roteiro de entrevista utilizado para centros de pesquisa de universidades.

Fonte: Elaborado pela autora.

As questões propostas apresentam relação com o objetivo geral deste estudo, uma vez que abordam as instituições e as inovações. As respostas foram obtidas mediante entrevistas semiestruturadas e foram analisadas de forma interpretativista, por meio de análise de conteúdo, com sustentação dos dados secundários e do referencial teórico.

Os roteiros de entrevistas completos podem ser observados nos Apêndices 1, e 2.

4.6 VALIDADE E CONFIABILIDADE DA PESQUISA

Nesta etapa do estudo busca-se avaliar sua cientificidade. De acordo com Demo (2000) a cientificidade de uma pesquisa é a expressão de sua credibilidade científica. Merriam (1998) considera que a natureza de um trabalho científico requisita que os envolvidos na investigação tenham confiança sob aquilo que estão pesquisando, compreendendo adequação e veracidade dos instrumentos de coleta, das técnicas de análise de dados utilizadas, e das relações apresentadas como considerações finais.

Para tanto, é imprescindível realizar o processo de validação do instrumento de produção de dados, que neste estudo contempla as etapas de análise dos pares e pré-teste. O sistema de arbitragem/avaliação denominado Revisão pelos Pares reúne pessoas que atuam em atividades complementares com intuito de julgar determinado documento (HAMES, 2007).

Em relação à análise entre os pares, a pesquisadora encaminhou o roteiro da entrevista para análise a dois gerentes de empresas do setor, sendo um engenheiro elétrico e o outro, administrador, ambos com experiência em P&D. Dessa forma, os dois profissionais escolhidos para procederem à análise do instrumento de produção de dados são de diferentes áreas, proporcionando diferentes percepções para o entendimento das questões, o que enriqueceu o resultado final do roteiro de entrevista.

O sistema de arbitragem/avaliação denominado Revisão pelos Pares reúne pessoas que atuam em atividades complementares com intuito de julgar determinado documento (HAMES, 2007). Dessa forma, mediante a avaliação dos pares, foram acatadas algumas sugestões realizadas pelos mesmos, referentes ao roteiro de entrevista. Essas alterações versaram basicamente sobre troca de verbos por outros mais adequados, mas não houve alteração de sentido e nem de forma das perguntas.

Com a finalidade de encontrar e excluir problemas, o pré-teste é uma fração pequena e semelhante ao questionário que será aplicado nas entrevistas, em que os entrevistados do pré-teste devem possuir características idênticas da entrevista final, ou seja, o entrevistado do pré-teste deve ser retirado da mesma população pesquisada (MALHOTRA, 2012).

Com o pré-teste o pesquisador poderá avaliar cuidadosamente experiências vivenciadas pelos entrevistados ao responderem ao questionário, cada momento deve ser elaborado e preparado precisamente como será aplicado no momento da coleta de dados. Caso seja detectado algo em desacordo com o instrumento de coleta de dados, deve-se alterá-lo (GOODE, HATT, 1972). Por meio de entrevista pessoal, podendo ser feita pelo pesquisador, o pré-teste poderá ser efetuado no início de todos os processos da elaboração do questionário finalizado (MATTAR, 1994).

O pré-teste foi realizado por meio de uma entrevista com o gerente de inovação de uma empresa do setor elétrico, via telefone, com o intuito de conferir seu entendimento a respeito do instrumento de produção de dados a ser utilizado na pesquisa. O entrevistado do pré-teste demonstrou compreender todas as questões propostas, não sugerindo alterações ou manifestando dúvidas.

Merriam (1998) discorre que existem questões específicas na pesquisa qualitativa que devem ser consideradas quanto à validade interna e validade externa. A validade interna refere-se aos resultados da investigação a fim de verificar se condizem com a realidade, já a validade externa refere-se à aplicabilidade da pesquisa em outros casos, tentando generalizar os resultados da pesquisa dentro dos limites possíveis. Nesse sentido Merriam relata estratégias com o intuito de aumentar a validade interna e externa, como pode ser observado no Quadro 4.5.

Quadro 4.5: Validade interna e externa

Validade interna	Validade externa
Triangulação: utilização de fontes variadas para a coleta, de investigadores independentes ou de múltiplos métodos para confirmação dos resultados obtidos.	Descrição densa: descrever de maneira que os leitores compreendam a situação apresentada na pesquisa.
Verificação dos membros: contato posterior com os entrevistados para recebimento de <i>feedback</i> a respeito dos resultados da pesquisa.	
Observação de longo prazo: realização de coleta ou observação de forma repetida sobre o mesmo fenômeno por longo prazo.	Categoria modal: descrição do evento ou indivíduo de forma comparativa em relação a elementos da mesma classe.
Exame de pares: contribuição de especialistas acerca das conclusões do estudo.	
Modos colaborativos de pesquisa: incluir os participantes em todas as fases da pesquisa.	Projetos em múltiplos ambientes: utilização de lugares diversificados, casos e situações na pesquisa, especialmente quando aumentam a diversidade do fenômeno estudado.
Vieses do pesquisador: elucidar na pesquisa os pressupostos do pesquisador e as abordagens teóricas utilizadas.	

Fonte: Merriam (1998)

Dessa forma, de modo a aumentar a validade interna dos resultados, serão utilizadas as estratégias de triangulação, o exame de pares e os vieses do pesquisador. Quanto à validade externa, uma descrição densa será realizada, a fim de possibilitar compreensão clara para os leitores.

Quanto à confiabilidade da pesquisa, Flick (2009) a considera como uma concepção procedimental, em que se verifica o conteúdo da declaração dos entrevistados e o que é interpretação do pesquisador. Merriam (1998) esclarece que a confiabilidade pode ser atestada por meio da triangulação dos dados. Segundo Minayo (2001) a triangulação consiste na combinação e cruzamento de múltiplos pontos de vista por meio do trabalho conjunto de diversos pesquisadores, de múltiplos informantes, e múltiplos instrumentos de coleta de dados. Sendo assim, buscar-se-á confrontar os dados secundários encontrados por meio de

documentos com os dados primários obtidos pelas entrevistas com gestores de empresas, pesquisadores de centros tecnológicos e agentes das entidades relacionadas ao setor de energia elétrica.

O processo de pesquisa dessa tese respeitou os critérios de validade supracitados. Cabe relatar que as entrevistas realizadas foram gravadas, mediante autorização prévia dos entrevistados. Foram feitas cópias de segurança das gravações, e em seguida as entrevistas foram transcritas em documento Word (.docx), com o objetivo de facilitar a organização dos dados para posterior consulta e argumentação nas discussões e análise dos resultados. A identidade dos entrevistados foi preservada, e as informações coletadas foram utilizadas exclusivamente para realização desta pesquisa, a fim de atender aos critérios de ética citados por May (2004), em que os interesses do projeto e dos participantes são respeitados.

As entrevistas realizadas com os gerentes de P&D das empresas geradoras e fornecedora, assim como com o pesquisador do centro de pesquisa e da secretaria de inovação, aconteceram de forma a respeitar os critérios de validade interna e externa e de confiabilidade para a pesquisa, uma vez que as informações foram comparadas com às Teorias Neoschumpeteriana e Institucional, servindo de sustentação da pesquisa.

4.7 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados, será utilizada análise de conteúdo, nuvem de palavras e auxílio de programas de computação.

4.7.1 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo tem sido muito utilizada na análise de pesquisas nas ciências humanas e sociais. Segundo Vergara (2008, p. 15), “a análise de conteúdo é considerada uma técnica para o tratamento de dados que visa identificar o que está sendo dito a respeito de determinado tema”. De acordo com Bardin (2004), a análise de conteúdo procura desvendar o sentido não evidente, o conteúdo latente dos documentos. Já para Apolinário (2012) a análise de conteúdo objetiva a busca do significado de textos, sejam eles artigos ou transcrição de entrevistas feitas com sujeitos, individual ou coletivamente (BAUER; GASKEL, 2003).

Segundo Minayo (2000) é um método bastante utilizado no tratamento de dados de pesquisas qualitativas, contemplando iniciativas de explicitação, sistematização e expressão do conteúdo de mensagens, com o intuito de se realizarem deduções lógicas e justificadas sobre a origem dessas mensagens (BARDIN, 2004). Nas palavras de Bardin (2004, p. 42) a análise de conteúdo é

um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens.

Nesse sentido, observa-se que, para Bardin (2004), a análise de conteúdo oscila entre o rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade, tendo como resultado a elaboração de indicadores que levam o pesquisador a uma segunda leitura da comunicação, baseado na dedução, na inferência. Esse novo entendimento do material textual, visa revelar o que está escondido, latente, ou subentendido na mensagem. Minayo (2000) destaca que a importância da análise de conteúdo refere-se em sua tentativa de impor corte entre as intuições e as hipóteses que levam para interpretações mais definitivas, sem, no entanto, se distanciar das exigências conferidas a um trabalho científico.

4.7.1.1 Utilização e operacionalização da análise de conteúdo

De acordo com Bardin (2004), a análise de conteúdo possui duas funções que podem coexistir de maneira complementar: a) função heurística, que objetiva melhorar a pesquisa exploratória, maximizando a propensão à descoberta e proporcionando o surgimento de hipóteses no momento em que se examinam mensagens pouco exploradas anteriormente; e b) função de administração da prova, isto é, servir de prova para a verificação de hipóteses apresentadas sob a forma de questões ou de afirmações provisórias.

Nesse sentido, a análise de conteúdo se aplica a diversos domínios, como demonstrados no Quadro 4.6.

Quadro 4.6: Domínio da aplicação da análise de conteúdo

Código e Suporte	Número de pessoas implicadas na comunicação			
	Uma pessoa (monólogo)	Comunicação dual (diálogo)	Grupo restrito	Comunicação de Massa
Linguístico escrito	Agendas, maus pensamentos, diários íntimos	Resposta a questionário e a testes projetivos, trabalhos escolares.	Ordens de serviços numa empresa, toda comunicação escrita, trocas dentro de um grupo.	Jornais, livros, anúncios publicitários, cartazes, literatura, textos jurídicos, panfletos.
Linguístico oral	Delírio do doente mental, sonhos	Entrevistas e conversações de qualquer espécie.	Discussões, entrevistas, conversações de grupo de qualquer natureza.	Exposições, discursos, rádio, televisão, cinema, publicidade, discos.
Ícônico (sinais grafismos, imagens, fotografias, filmes, etc)	Garatujas mais ou menos automáticas, grafitos, sonhos.	Respostas aos testes projetivos, comunicação entre pessoas mediante imagem.	Toda a comunicação icônica num pequeno grupo (p. ex.: símbolos icônicos numa sociedade secreta, ...).	Sinais de trânsito, cinema publicidade, pintura, cartazes, televisão.
Outros códigos semióticos (música objetos, comportamento, espaço, tempo, sinais patológicos)	Manifestações históricas da doença mental, posturas, gestos, tiques, dança, coleções de objetos.	Comunicação não verbal com destino a outrem (postura, gestos, distância espacial, sinais olfativos, manifestações emocionais, objetos quotidianos, vestuário, alojamento...), comportamentos diversos, tais como os ritos e as regras de cortesia.		Meio físico e simbólico: sinalização urbana, monumentos, arte; mitos, estereótipos, instituições, elementos de cultura.

Fonte: Bardin (2004).

Segundo Bardin (2004) a análise de conteúdo é classificada como empírica e, nesse caso, não pode ser desenvolvida com base em um

único modelo. No entanto, Minayo (2000) discorre que para sua operacionalização, algumas regras devem ser seguidas. Sendo assim, a análise de conteúdo associa as estruturas semânticas (significantes) com estruturas sociológicas (significados) dos enunciados e vincula a superfície dos textos com os fatores que determinam suas características (variáveis psicossociais, contexto cultural, contexto e processo de produção da mensagem).

De acordo com Bardin (2004) e Minayo (2000) o processo de explicitação, sistematização e expressão do conteúdo de mensagens, promovido pela análise de conteúdo, é organizado em três etapas realizadas em conformidade com três pólos cronológicos diferentes, compreendendo:

a) a pré-análise: fase de organização e sistematização das ideias, em que ocorre a escolha dos documentos a serem analisados, retomada das hipóteses e dos objetivos iniciais da pesquisa em relação ao material coletado, e a elaboração de indicadores que orientarão a interpretação final. Compreendem a pré-análise: i) leitura flutuante: em que deve haver contato exaustivo com o material de análise; ii) constituição do Corpus, que envolve a organização do material de forma a responder a critérios de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência; iii) formulação de hipóteses e objetivos, ou de pressupostos iniciais flexíveis que permitam a emergência de hipóteses a partir de procedimentos exploratórios; e iv) referenciação dos índices e elaboração dos indicadores a serem adotados na análise, e preparação do material ou, se for o caso, edição;

b) a exploração do material: trata-se da fase em que os dados brutos do material são codificados para se alcançar o núcleo de compreensão do texto. A codificação envolve procedimentos de recorte, contagem, classificação, desconto ou enumeração em função de regras previamente formuladas;

c) tratamento dos resultados obtidos e interpretação: nessa fase, os dados brutos são submetidos a operações estatísticas, a fim de se tornarem significativos e válidos e de evidenciarem as informações obtidas. Com essas informações, o investigador propõe suas inferências e faz as interpretações segundo o quadro teórico e os objetivos propostos, ou identifica novas dimensões teóricas sugeridas pela leitura do material. Os resultados obtidos, aliados ao confronto sistemático com o material e às inferências alcançadas, podem servir a outras análises baseadas em novas dimensões teóricas ou em técnicas diferentes.

Partindo das categorias de análise, realizou-se a descrição, que segundo Bardin (2004, p.34), diz respeito “a enumeração das características do texto, resumida após tratamento”, para depois iniciar o procedimento de inferência, o qual permitiu a dedução de forma lógica do conteúdo que estava em análise (GOMES, 2011).

Nesta tese, a fase de pré-análise consistiu na organização das ideias, dos documentos a serem analisados (estudos do IPEA e CGEE entre outros, sites das empresas geradoras, entrevistas), retomada e avaliação dos pressupostos e dos objetivos previamente formulados. Nesta fase também foram revisitadas as categorias a serem analisadas.

A fase de exploração do material contemplou leitura ainda mais aprofundada do material selecionado, escolhendo principais trechos, com o intuito de aprofundar a compreensão dos documentos e das entrevistas realizadas com os sujeitos da pesquisa. Já na fase de tratamento dos resultados e interpretação, os dados obtidos por meio de documentos e entrevistas foram confrontados com a fundamentação teórica apresentada previamente.

4.7.2 Nuvem de palavras

O uso de nuvem de palavras, por meio do software Wordle TM, busca a frequência com que as palavras aparecem para compreensão, visualizando dados linguísticos. Segundo Lunardi, Castro e Monat (2008, p. 24), “atendem ao objetivo de aumentar a compreensão comunicando informações contextuais através de variações na forma como os dados são visualizados, proporcionando a visualização de dimensões adicionais da informação de forma a tornar o contexto explícito”.

Para Silva e Menezes (2001, p.35), deve ser feita com “a intenção de atender aos objetivos da pesquisa e para comparar e confrontar dados e provas com o objetivo de confirmar ou rejeitar os pressupostos da pesquisa”. No entanto, ao utilizar o Software Wordle TM, é aconselhável que sejam excluídas palavras óbvias que apareçam nos resultados, por serem sinônimos para a análise. Nesse sentido, o software Wordle TM, auxiliou a pesquisadora a identificar as palavras em destaque nas entrevistas, desconsiderando as palavras óbvias.

4.7.3 Auxílio computacional

A análise dos dados de pesquisa também foi realizada com auxílio computacional. Nesse sentido, Barry (1998) discorre que por meio de programas de análise de dados qualitativos é possível economizar tempo e custos para verificar os dados explorados e auxiliar na construção conceitual e teórica dos dados. Já Becker (2001) relata que os programas de análise qualitativa de dados são instrumentos que auxiliam a pesquisa, permitindo ao pesquisador a exploração e investigação dos dados. Nesse intuito, o uso do software Nvivo auxiliou a pesquisa na organização dos dados.

Os textos gerados pelas entrevistas foram submetidos a leituras sucessivas, com intuito de obter uma aproximação dos dados e compreensão a respeito das narrativas apresentadas pelos entrevistados. Na sequência, as transcrições, bem como os documentos, foram analisadas de forma normativa e descritiva. De acordo com Bauer e Gaskell (2008), a análise descritiva é formada pela frequência de todas as características codificadas do texto, permitindo uma análise simplificada, e a normativa refere-se a comparações entre os padrões e análise de informações. Ambas foram realizadas neste estudo. Em seguida foi demonstrada a descrição analítica das informações obtidas, resultado de um estudo aprofundado, orientado pelos pressupostos e referencial teórico, assim como sugere Bardin (2004).

Neste sentido, a utilização dos softwares supracitados facilitou a geração de ideias relevantes, por meio das palavras que mais apareceram nas entrevistas, e um sequenciamento de ideias de forma coerente, por meio dos recursos disponíveis. O uso do software NVIVO possibilitou a criação de relacionamentos entre as categorias de análise, auxiliou o intercâmbio de ideias e possibilitou o aperfeiçoamento das conexões formadas entre os acontecimentos institucionais e tecnológicos.

Dentre os principais benefícios provenientes da utilização deste software, destaca-se o auxílio nos trabalhos mecânicos de categorização, o apoio na verificação empírica das interpretações, o mapeamento dos processos de interpretação, e visualização gráfica das interpretações, reduzindo a intangibilidade do trabalho interpretativo (BORGES, 2016). Por fim, o uso dos softwares auxiliou a pesquisadora no gerenciamento de estruturas informacionais complexas, possibilitando que as informações correspondentes à ideia subjacente a categoria fossem organizadas e recuperadas, validando empiricamente a categoria no processo de retorno aos dados.

4.8 DEFINIÇÕES CONSTITUTIVAS (D.C.) E OPECAIONAIS (D.O.)

Com o objetivo de esclarecer o que se entende pelos conceitos aqui utilizados, foram estabelecidas previamente duas definições dos principais termos que foram foco de análise na pesquisa. De acordo com Selltiz (1987), quanto menor a distância entre os conceitos e os fatos empíricos a que pretendem fazer referência, menor será a possibilidade dos conceitos serem compreendidos. Sendo assim, Kerlinger (1980) propõe dois tipos de definição: constitutiva e operacional. Segundo o autor, as definições constitutivas definem com palavras o que se planeja estudar, isto é, referem-se ao conceito teórico. Por sua vez, a definição operacional é uma ligação entre conceito e comportamentos e atividades reais.

A seguir, apresentam-se as Definições Constitutiva (DC) e Operacional (DO) dos principais conceitos utilizados nesse estudo:

a) Aprendizado

D.C.: De acordo com Lemos, Lastres e Albagli (1999) o aprendizado é a busca de oportunidades tecnológicas que geram melhorias nos mecanismos de busca e permitem o desenvolvimento produtos novos.

D.O.: Consideram-se as formas de utilização dos recursos, sejam eles humanos, materiais, patrimoniais, capital, e tecnológicos, que instiguem a realização de melhorias ou novidades em processos, produtos ou serviços nas empresas.

b) Custos de Transação

D.C.: Para Williamson (1985), os custos de transação referem-se aos custos que os agentes têm sempre que recorrem ao mercado, são os custos de negociar, elaborar e assegurar o cumprimento de um contrato, podendo ocorrer *ex-ante* e *ex-post* um fato.

D.O.: Consideram-se todos os custos relacionados à execução de transações.

c) Inovação

D.C.: Inovação, de acordo com Schumpeter (1989), é a realização der novas combinações. Sob esse pressuposto, o autor discorre que inovação é um processo evolucionário e de destruição criadora em que a criação de novas estruturas ocorre em um sistema sujeito a rupturas. De acordo com o Manual da ANEEL (2012), a inovação é a introdução de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente na empresa ou no mercado, ou com alguma característica nova e

diferente daquela até então em vigor, que possa gerar mudanças socioeconômicas.

D.O.: Serão consideradas todas as mudanças que geraram inovação no setor.

d) Instituição

D.C.: Conforme Conceição (2002), Veblen conceitua instituição como o resultado de uma situação presente, que molda o futuro por meio de um processo seletivo e coercitivo, orientado pelo ponto de vista humano.

D.O.: Serão consideradas as leis e normas relacionadas ao setor elétrico brasileiro e à inovação.

e) P&D

D.C.: De acordo com Khwarana (2006) P&D contempla diversas atividades organizacionais e pode ser vista sob dois enfoques: a pesquisa e o desenvolvimento. Sendo assim, a pesquisa pode ser classificada em: pesquisa básica e pesquisa aplicada. Já o desenvolvimento pode ser estruturado em quatro tipos de atividades: desenvolvimento de novo produto, adaptação e extensão do produto, engenharia de apoio ao produto e engenharia de processo.

D.O.: São as atividades de pesquisas e desenvolvimento das mesmas realizadas no setor elétrico.

f) Rotina

D.C.: Nelson (1995) afirma que rotina é o comportamento realizado sem muito pensamento explícito sobre ele, como hábitos e costumes, podendo ser entendida como os comportamentos considerados apropriados e eficazes nas situações em que são invocados.

D.O.: São as características do trabalho realizado pelos agentes.

g) Trajetória Tecnológica

D.C.: Segundo Dosi (1988) a trajetória tecnológica pode ser considerada como padrão da atividade normal de resolução do problema, baseado em um paradigma tecnológico.

D.O.: Considerando as condições de desenvolvimento, serão consideradas todas as características do setor de energia elétrica, apontadas pelos entrevistados, e que ocorreram a partir de um progresso.

4.9 TRAJETÓRIA TEÓRICO-METODOLÓGICA DA PESQUISA

Esta seção descreve a trajetória seguida para o desenvolvimento desta pesquisa, iniciando com a definição do problema de pesquisa e com o objetivo geral do estudo. Na segunda etapa é apresentada a trajetória epistemológica e a definição das teorias de base. Nesta mesma

etapa foi definida a estrutura da revisão de literatura, tendo como foco a inovação e as instituições. Com base nesta, adotou-se o posicionamento teórico.

Na terceira etapa da trajetória da pesquisa, ocorreu a definição das categorias de análise e os pressupostos. Na quarta e última etapa, é descrita a forma de coleta de dados, bem como a forma de análise dos dados coletados. Por fim, são apresentados os resultados deste estudo. A trajetória da pesquisa é mostrada na Figura 4.1.

Figura 4.1: Representação Gráfica da Trajetória da Pesquisa.

Etapa 1	Definição do Problema de Pesquisa	Definição do Objetivo Geral da Pesquisa Analisar o papel das instituições como incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro.	
Etapa 2	Trajetória Epistemológica Estudo Funcionalista	Definição da Estrutura da Revisão de Literatura	Posicionamento Teórico
		Inovação Instituições	Teoria Schumpeteriana e Evolucionista Teoria Institucional
Etapa 3	Definição das Categorias de Análise	Instrumentos de Pesquisa	
	- História; - Perspectiva evolucionária; - Aprendizado; - Mudança; - Hábitos; - Incentivos.	Empresas do Setor Elétrico Questionário: - 22 questões semiestruturadas - Apêndice A	Centros de Pesquisa Questionário: - 21 questões semiestruturadas - Apêndice B
Etapa 4	Coleta dos dados Entrevistas: - cinco empresas geradoras de energia elétrica; - uma empresa fornecedora de equipamentos para o setor elétrico; - um centro de pesquisa; - ma secretaria de inovação; Documentos: - IPEA; - CGEE; - GESEL, entre outros.	Análise dos Dados Objetivos a: Análise de conteúdo das entrevistas. Análise de conteúdo de documentos. Auxílio computacional. Nuvem de palavras. b: Análise de conteúdo das entrevistas. Análise de conteúdo de documentos. Auxílio computacional. Nuvem de palavras. c: Análise de conteúdo das entrevistas. Análise de conteúdo de documentos. Auxílio computacional. Nuvem de palavras. d: Análise de conteúdo das entrevistas. Análise de conteúdo de documentos. Auxílio computacional. Nuvem de palavras.	Resultados Resposta à questão: De que forma a inovação tem sido incentivada e realizada no setor elétrico brasileiro?

Fonte: Elaboração própria.

Com base na Figura 4.1 é possível visualizar a trajetória seguida para a realização desta pesquisa. Mesmo que de forma sistematizada, ali estão descritos todos os passos seguidos nesta tese, desde a definição do problema de pesquisa até os resultados. O próximo tópico apresenta as limitações encontradas na pesquisa.

4.10 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar do rigor científico e dos cuidados metodológicos, a pesquisa apresenta limitações. A primeira limitação é o fato de a população pesquisada ter sido escolhida intencionalmente, por acessibilidade. Considera-se, assim, que a representatividade da amostra em relação à população não pode ser rigorosamente observada.

O número de organizações estudadas e os vieses das pessoas pesquisadas podem ser considerados como limitações do estudo. É possível que os indivíduos selecionados para responder ao questionário não tenham sido os mais representativos do universo estudado, embora ocupem os cargos que melhor conhecem o tema em estudo. Os vieses de interpretação da própria pesquisadora são aspectos que também limitam a capacidade de generalização dos resultados.

Tem-se ainda como limitação a coleta de dados ter sido realizada por meio de entrevistas, podendo a mesma constranger o respondente em alguma questão, deixando ele de falar o que compreende a respeito de alguma pergunta. Quanto às limitações teóricas, percebeu-se carência nos estudos relacionados à influência das instituições na inovação do setor elétrico.

As observações quanto às limitações são importantes para assegurar a validade e a confiabilidade da pesquisa. A apresentação e a análise dos resultados são descritos nos capítulos seguintes.

5 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O setor elétrico brasileiro pode ser definido como o conjunto das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de eletricidade. A geração, primeiro elo da cadeia, converte recursos naturais de energia primária em eletricidade; a transmissão é responsável pelo transporte em alta voltagem e a grandes distâncias das usinas geradoras às centrais de distribuição, que por fim dissemina eletricidade para milhões de consumidores em suas casas, trabalho e locais de lazer (WILLRICH, 2009). Sendo assim, o setor foi escolhido para este estudo em função de sua expressividade na economia brasileira, sendo considerado setor estrutural e de importância estratégica.

A dinâmica do setor elétrico é caracterizada por elevada dependência das instituições. Sendo assim, uma análise do ambiente institucional ao qual o setor elétrico está inserido é fundamental. Desta forma, este capítulo é apresentado com intuito de responder ao primeiro objetivo específico do estudo: caracterizar o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor elétrico brasileiro. Para tanto, o capítulo está dividido em: características, segmentos e ambiente institucional do setor elétrico no Brasil.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO SETOR ELÉTRICO

De acordo com Kupfer e Hasenclever (2002), monopólio diz respeito a uma estrutura em que existe apenas um produtor no mercado, onde o mesmo existe devido a causas políticas, econômicas ou técnicas. As principais causas, de acordo com a teoria econômica neoclássica são: a) propriedade exclusiva de mão-de-obra ou de técnicas de produção; b) patentes sobre produtos ou processos de produção; c) licença governamental ou imposição de barreiras comerciais para excluir competidores, especialmente estrangeiros; d) o caso do monopólio natural quando o mercado não suporta mais do que uma única empresa, pois a tecnologia de produção impõe que a operação eficiente tenha economias de escala substanciais, sendo esta última a causa de monopólio do setor de energia elétrica.

A teoria neoclássica relaciona o conceito de monopólio natural com o tamanho de mercado e escala ótima de produção para tecnologias que apresentam economias de escala (TOLMASQUIM; PIRES, 1996). Segundo Spulber (1989), um monopólio natural é uma indústria em que

as economias de escala são contínuas, e quando somente uma companhia atende toda a demanda. No entanto, este conceito ganhou maior qualidade (rigor teórico) e utilidade (em termos de aplicação prática) por meio da teoria dos mercados contestáveis (BAUMOL; PANZAR; WILLIG, 1982), ao redefini-lo para atividades para mais de um produto, contemplando noções de sub-aditividade e economias de escopo, características dos mercados de eletricidade.

De acordo com Araújo e Oliveira (2005), quando certo bem ou serviço (não facilmente substituível) pode ser fornecido por uma única organização para um mercado a menor custo que duas ou mais, utilizando tecnologias disponíveis, considera-se que o setor tem características de monopólio natural.

O setor elétrico tem como características técnicas: a) o fluxo de energia entre a geração e consumo não serem processos estocáveis, em que os sistemas de infraestrutura envolvem complexidade técnica e necessitam de funcionamento integrado, com controle centralizado e coordenação eficiente entre os agentes operantes a fim de assegurar funcionamento eficiente e tecnicamente equilibrado do sistema; b) os sistemas envolvem fluxos em que o consumo ocorre ao mesmo tempo em que a produção, exigindo flexibilidade suficiente para acompanhar as oscilações de demanda, de modo a não ter contratempos de não atendimento aos consumidores; c) os investimentos em energia elétrica são intensivos em capital em função das exigências de escala e apresentarem *sunk costs* (irrecuperabilidade específica dos ativos que não podem ser utilizados em outros projetos que não aqueles onde estão empregados) (TOLMASQUIM; PIRES, 1996).

Essas características técnicas, a especificidade dos ativos e a regulamentação do setor de energia elétrica abarcam particularidades técnicas e geram resultados sociais de difícil mensuração econômica, garantindo uma situação de monopólio natural, e de ação reguladora do Estado, garantindo a generalização do atendimento e a natureza pública dos serviços. Tendo, com o passar dos anos, o setor de energia elétrica adquirido status de interesse geral da sociedade, estabeleceu-se que o Estado seria o provedor destes serviços (TOLMASQUIM; PIRES, 1996).

A regulação, realizada pelo Estado, tem como objetivos: eficiência econômica, garantindo serviço ao menor custo para o usuário; evitar abuso do poder de monopólio, garantindo a menor diferença entre preços e custos; assegurar o serviço universal; garantir a qualidade do serviço prestado; disponibilizar canais que atendam a reclamações dos

usuários sobre a prestação dos serviços; estimular a inovação (reconhecer oportunidades de serviços novos, superar obstáculos e promover políticas de incentivo à inovação); assegurar a padronização tecnológica e garantir a segurança e proteger o meio ambiente (PIRES; PICCININI, 1999).

Economicamente, a justificativa para a regulação do setor elétrico encontra-se nas falhas de mercado, com ênfase na existência de economias de escala e de escopo, que configuram um monopólio natural (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2005). Considera-se economia de escala quando o custo total de uma empresa em produzir determinado produto ou serviço é menor do que o somatório do custo total de duas ou mais firmas para produzirem este mesmo produto ou serviço. Já a economia de escopo ocorre quando o custo total de uma empresa em produzir conjuntamente, pelo menos dois produtos ou serviços, é menor do que o custo de duas ou mais empresas produzirem separadamente estes mesmos produtos ou serviços, a preços dados de insumos (CRUZ; DIAZ; LUQUE, 2004).

De acordo com Losekann (2003), o setor elétrico possui singularidades, como a impossibilidade de estocar seu principal produto, ser regulado, e ser dependente de políticas públicas, no que tange preços, investimentos, margens e retornos (BERNINI, 2010). Bicalho (2006) destaca que a principal característica dos processos (geração, transmissão, distribuição e utilização) é a interdependência. Sendo assim, a não estocabilidade e a interdependência são os atributos que determinam o binômio produto-processo relacionado à eletricidade. Ainda com relação às características do setor, Leite e Santana (2007) discorrem que o setor tem como propriedades a especificidade dos ativos, externalidades ao longo da cadeia de produção, grau de incerteza das transações, e o potencial de ganhos de eficiência atingidos mediante coordenação, seja via mercado ou via hierarquia.

Historicamente, o setor elétrico é visto como monopólio natural. Porém, a partir da década de 1990, devido a avanços tecnológicos e oportunidades de financiamento, entre outros fatores, passa-se a vislumbrar a possibilidade de reforma em direção a um ambiente competitivo, especialmente no segmento de geração, conforme Hunt e Shuttleworth (1996). O setor passou na década de 1990 por alterações estruturais e institucionais, mudando de uma configuração monopolística estatal, em que era provedor dos serviços e único investidor, para um modelo de mercado (geração), com a participação de diversos agentes e investimentos divididos com capital privado. Com

isso, o Estado pretendia aumentar a eficiência na cadeia produtiva, diminuir a dívida política, melhorar a infraestrutura setorial e tornar as ações de compra e venda de energia interessante para investidores em potencial (ANEEL, 2008).

5.2 SEGMENTOS DO SETOR

O setor elétrico brasileiro está dividido em quatro segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, os quais são administrados e operados por agentes distintos. Os segmentos de geração e de comercialização são caracterizados como segmentos competitivos, uma vez que existem muitos agentes e também pelo fato de o produto, a energia elétrica, ser homogênea, como uma commodity. Já os segmentos de transmissão e de distribuição são considerados monopólios naturais, pois sua estrutura física torna economicamente inviável a competição entre dois agentes na mesma área de concessão (ABRADEE, 2016).

5.2.1 Geração

O segmento de geração é responsável por produzir energia elétrica e colocá-la nos sistemas de transporte, que compreendem os segmentos de transmissão e distribuição, para que chegue aos consumidores. No Brasil este segmento é pulverizado, perfazendo total de 7.144 empreendimentos de geração (ANEEL, 2018). A geração em operação no Brasil pode ser observada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Geração em operação no Brasil

Tipo	Quantidade	Potência Instalada (MW)
Micro Usinas Hidrelétricas	693	0,691
Central Geradora Eolielétrica (Eólica)	546	13,450
Pequena Central Hidrelétrica (entre 1 MW e 30 MW)	427	5,178
Usina Fotovoltaica (Solar)	2258	1,433
Usina Hidrelétrica (maior que 30 MW)	218	101,892
Usina Termelétrica (Fósseis ou Biomassa)	2.999	42,630
Usina Termonuclear (Nuclear)	2	1,990
Total	7.144	167,266

Fonte: ANEEL (2018)

Por meio da Tabela 5.1 percebe-se que a maioria dos empreendimentos, 2.999, são usinas termelétricas de médio porte, movidas a gás natural, biomassa, óleo diesel, óleo combustível e carvão mineral. No entanto, mais de 64% da energia gerada no Brasil é oriunda de hidrelétricas, sendo 218 de grande porte, 427 de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e 693 de Micro Usinas Hidrelétricas, produzindo juntas 107,762 MW de potência.

5.2.2 Transmissão

O segmento de transmissão é encarregado pelo transporte de grandes quantidades de energia advindos das usinas geradoras. Caso haja interrupção nas linhas de transmissão, cidades e estados podem ser afetados. No Brasil, existem 103 concessionárias atuando no segmento. Elas são responsáveis pela administração e operação de mais de cem mil quilômetros de linhas de transmissão existentes no país, ligando os geradores aos grandes consumidores, ou às empresas distribuidoras. O segmento de transmissão tem seus preços regulados pela ANEEL (ABRADEE, 2017).

As transmissoras de energia realizam contratos com agentes distribuidores, transmissores e com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), responsável por administrar os serviços de transmissão no Brasil, incluindo a remuneração das transmissoras por meio da Receita Anual Permitida (RAP). Os recursos para pagamento das receitas são oriundos dos encargos de utilização do sistema de transmissão, que são pagos pelos usuários e arrecadados pelo ONS, tendo como base os valores de uso previstos em contratos (ANEEL, 2017).

Para ter a concessão de transmissão, a empresa deve ser a vencedora de um leilão de transmissão, oferecendo o maior desconto da RAP por meio de leilão realizado pela ANEEL, ou então obter no mercado uma concessão já leiloadada, desde que a transferência de propriedade seja aprovada pela ANEEL. As receitas dos agentes de transmissão são definidas no momento da outorga da concessão de acordo com um modelo de receita teto, sendo que essas receitas serão reajustadas todo ano por meio de índices econômicos determinados em contrato e poderão ou não estar sujeitas a revisões periódicas (ANEEL, 2017).

5.2.3 Distribuição

O segmento de distribuição representa a última etapa do processo do setor elétrico e é responsável pelo repasse das tarifas de energia elétrica aos consumidores. É o que recebe grande quantidade de energia do sistema de transmissão e a distribui de modo pulverizado para os consumidores, sejam eles residenciais, comerciais ou industriais (ABRADEE, 2017).

O sistema de distribuição é formado pela rede elétrica e pelo conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam em níveis de alta tensão, superior a 69 kV e inferior a 230 kV; média tensão, superior a 1 kV e inferior a 69 kV; e baixa tensão, igual ou inferior a 1 kV. A distribuidora é responsável por levar energia às residências e indústrias (ANEEL, 2017).

Atualmente no Brasil o segmento é composto por 114 distribuidoras, sendo 63 concessionárias e 38 permissionárias. Conta ainda com 13 cooperativas de eletrização rural, que ainda estão em processo de regularização a fim de se tornarem concessionárias ou permissionárias. A Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD) é responsável pela regulação técnica do setor (ANEEL, 2017). Assim como ocorre na transmissão, o segmento de distribuição tem seus preços regulados pela ANEEL, não estando as empresas, dessa forma, livres para praticar o preço que desejarem. Para tanto, fazem uso de contratos de concessão (ABRADEE, 2017).

5.2.4 Comercialização

O segmento de comercialização surgiu devido à reestruturação do setor elétrico, que ocorreu nos anos 1990. Sua função diz respeito ao contexto econômico e institucional. O primeiro contrato de comercialização de energia elétrica no Brasil ocorreu em 1999, dois anos depois da criação da ANEEL (ABRADEE, 2017).

A partir de 2004, a comercialização de energia elétrica passou a contar com dois ambientes de negociação: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), com agentes de geração e de distribuição de energia; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), com geradores, distribuidores, comercializadores, importadores e exportadores, além dos consumidores livres e especiais (CCEE, 2017).

Existe ainda o mercado de curto prazo, conhecido como mercado de diferenças, no qual se promove o ajuste entre os volumes contratados

e os volumes medidos de energia, sendo que esta configuração compõe o modelo setorial vigente, implantado em 2004, resultado de um aprimoramento originado em 1998, com o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (CCEE, 2017).

No modelo atual foram instituídos os leilões, com o intuito de possibilitar a modicidade tarifária. Os leilões funcionam como instrumentos de compra de energia elétrica pelas distribuidoras no ambiente regulado, são realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da ANEEL, e tem como critério a menor tarifa, objetivando a redução do custo de aquisição da energia elétrica a ser repassada aos consumidores cativos (CCEE, 2017). Atualmente há mais de 100 agentes de comercialização de energia elétrica no país (ABRADEE, 2017).

5.3 AMBIENTE INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O ambiente institucional é o conjunto de regras ou instituições, formais e não formais, de natureza política, social e legal, que estabelece regras para a produção, a troca e a distribuição. Compreendem o regime político, o direito civil, e a constituição nacional (FIANI, 2011). A dinâmica do setor elétrico é caracterizada por elevada dependência das instituições. Conforme Castro, Leite e Rosental (2013), a linha de exploração econômica do setor elétrico tem quatro passos. Inicia-se com a identificação dos recursos naturais para geração. O segundo passo da linha refere-se às tecnologias disponíveis para extrair energia de tais recursos. O terceiro passo diz respeito ao mercado, isto é, a forma como a energia será comercializada. Por fim, disciplinando os passos anteriores, estão as instituições, ou seja, as regras, leis e costumes que regem a dinâmica do setor.

O Projeto do Código das Águas marca o início da regulamentação do setor elétrico brasileiro. Foi iniciado em 1906 e concluído em 1907, pelo jurista e professor Alfredo Valladão, sendo promulgado em 10 de julho de 1934, no governo de Getúlio Vargas, por meio do Decreto nº 26.234. O Código de Águas estabelecia o prazo de concessão em 30 anos, podendo ser ampliado para 50 anos, se houvesse investimentos significativos. Em 1938, por meio do Decreto-Lei nº 852 ficou estabelecida, por parte do Governo Federal, a necessidade de autorização ou concessão para a construção de linhas de transmissão e redes de distribuição.

Por meio do Decreto-Lei nº 1.284 de 1939, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), que tinha como atribuições: realizar estatísticas, prover a interligação dos sistemas, regulamentar o Código das Águas e pesquisar questões tributárias referentes à energia elétrica. Somente por meio do Decreto nº 41.019, de 26 de fevereiro de 1957, é que o Código das Águas foi regulamentado. Nos anos seguintes, diversas legislações foram regulamentadas com o objetivo de tornar mais eficiente o modelo do setor elétrico. Na primeira metade do século XX, a geração e distribuição de energia no Brasil foram concedidas às empresas privadas, sendo muitas estrangeiras, que construíram um sistema de geração, baseado principalmente em fontes hidrelétricas. A partir de 1940, devido ao crescimento industrial e à urbanização, houve aumento da demanda por energia o que fez com que as empresas deixassem de atender as necessidades da população, gerando períodos de racionamento (MORCH et al., 2009).

No período compreendido entre 1946 e 1962, mediante a queda de Vargas, o Estado estabeleceu maior participação no setor elétrico, aumentando os investimentos públicos, principalmente nas concessionárias estaduais. Durante esse período ocorre a criação da Eletrobrás, em 1962 (GOMES; VIEIRA, 2009).

De 1960 a 1980, foram realizados investimentos públicos no intuito de construir usinas hidrelétricas e linhas de transmissão, por meio do controle do sistema elétrico pela Eletrobrás (MORCH et al., 2009). A Eletrobrás é, então, a empresa indutora do processo de nacionalização e estatização do setor elétrico, realizando diversos investimentos. Tem-se estabelecido um novo modelo institucional que atingiu seu apogeu em 1979 (GOMES; VIEIRA, 2009).

Na década de 1980 as empresas do setor elétrico passaram por expressivos problemas financeiros, pois o aumento das tarifas não ocorria na mesma magnitude da inflação, devido à política macroeconômica que visava combater a crescente escalada inflacionária. De modo que, as empresas passaram a ter expressivos problemas de caixa e de limitação nos investimentos (LEITE, 2003).

As primeiras leis, que regem até o momento o setor de energia elétrica, foram de responsabilidade da Constituição Federal Brasileira. Para tanto, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu, no artigo 21, que é competência da União a exploração, diretamente ou por meio de autorização, concessão ou permissão, dos serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d'água. O artigo 175, da referida Constituição, dispõe que é de responsabilidade do

poder público a prestação de serviços públicos, seja diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão. Também define que as concessões ou permissões serão outorgadas por meio de licitação.

A década de 1990 foi assinalada pela crescente contestação da capacidade dos Estados garantirem os investimentos produtivos de forma eficiente sem afetar o desempenho de sua atuação nas áreas específicas da atividade estatal, como saneamento e segurança pública (CORREIA et al., 2006). Ao longo da década, o governo reestruturou o setor elétrico, tendo como objetivos: permitir e incentivar a participação privada em investimentos no setor, introduzir elementos de competição, reduzir as tarifas e melhorar os serviços. No entanto, a reforma mostrou falhas de planejamento e execução (MORCH et al., 2009). O crescimento do setor elétrico é atingido, e em 1992, a inadimplência é total e o modelo passa a ser discutido (GOMES; VIEIRA, 2009).

Na década de 1990 foram aprovadas leis direcionadas ao setor. A Lei nº 8.631/1993 dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para os serviços públicos de energia elétrica e extinguiu o regime de remuneração garantida, estabelecendo o primeiro contrato de suprimento de energia entre geradoras e distribuidoras, com cláusulas contra inadimplência. Porém, esta lei não bastou para diminuir as necessidades de reestruturação do setor elétrico. Buscava-se uma regulamentação genérica para as concessões de serviço público, atendendo aos princípios da Constituição de 88.

Já a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, tratou do regime de concessão dos serviços do setor elétrico para investidores e permissão da prestação de serviços públicos, constante no art. 175 da Constituição Federal, e a desestatização dos empreendimentos existentes. Nesse período ocorria a política de livre mercado que se mostrou ineficiente e gerou racionamento de energia elétrica nos anos de 2001 e 2002 (SIFERT FILHO et al, 2009).

Ainda em 1995, a Lei nº 9.074, tratou da concessão de serviços de energia elétrica, estabelecendo: a) requisitos para a prorrogação das concessões existentes, estando elas vencidas ou não; b) mecanismos para a outorga de novas concessões; c) livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição; d) produção independente de energia elétrica como atividade autorizada por conta e risco do empreendedor; e e) possibilidade de consumidores de grande porte comprar energia de qualquer agente qualificado do setor. Entende-se que, dessa forma, determinou-se o princípio da competição nas atividades de produção e comercialização de energia elétrica. Concomitante a esta lei, no

Ministério de Minas e Energia (MME), tinha início o projeto de reestruturação do setor elétrico brasileiro.

Nesse período, o sistema elétrico brasileiro era bastante complexo, com capacidade de geração instalada de 59,3GW (BEN, 2004) e mais de 171.000 km de linhas de transmissão. O consumo era centralizado em dois sistemas, o Sul-Sudeste-Centro-Oeste e o Norte-Nordeste (MENDONÇA; DAHL, 1999).

Os estados federativos tinham pelo menos uma empresa de energia elétrica atuando sobre uma área de concessão definida, que correspondia ao Estado inteiro. O Governo Federal controlava todos os sítios para o desenvolvimento de novos empreendimentos hidrelétricos, tinha o poder de legislar a respeito da energia elétrica e o direito de permitir concessões ou realizar por ele mesmo a expansão do sistema. Era responsável ainda pela coordenação do despacho e uniformização tarifária do sistema (CORREIA et al., 2006).

Em 1996 foi sancionada a Lei nº 9.427, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em 1997, a Lei nº 9.433, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em 1997 foi criado o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), por meio da Lei nº 9.478, com o objetivo de auxiliar o Presidente da República na elaboração das políticas setoriais. O Decreto 2.335, de seis de outubro de 1997, constituiu a ANEEL e aprovou sua estrutura regimental, tendo como órgão supervisor o Ministério das Minas e Energia (MME).

De acordo com Rosa, Tolmasquim e Pires (1998), essas reformas foram impulsionadas por meio da privatização acelerada das empresas elétricas, a fim de propiciar receitas aos cofres públicos antes da criação da base regulatória, e de uma política energética. Segundo Pires e Goldstein (2001), há um problema de coordenação institucional entre a ANEEL, a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a Agência Nacional de Águas (ANA), uma vez que questões importantes para o funcionamento do setor elétrico, como a regulação da indústria do gás natural e o uso das águas, que recaem sobre a responsabilidade desses dois últimos órgãos.

As privatizações foram acompanhadas de inconsistências nas novas regras contratuais. Aspectos relacionados às cláusulas de contratos de concessão e aos contratos iniciais entre geradoras e distribuidoras encerravam potenciais fontes de divergência entre os interesses dos agentes, dificultando a atuação da agência reguladora. Como consequência, a ANEEL não teve condições suficientes para

determinar, com rapidez, normas que estimulassem a entrada de novos agentes, acrescentando novos investimentos para aumento da oferta de energia elétrica (PIRES; GOLDSTEIN, 2001).

Em 1998, as resoluções n° 242/1998 e 261/1999 da ANEEL obrigaram a aplicação de, no mínimo, 1% da Receita Operacional Anual, apurada no ano anterior, das concessionárias de distribuição de energia elétrica em projetos de P&D, e a Resolução ANEEL n° 271/01 que também estabeleceu cotas mínimas de investimento em projetos de P&D e eficiência energética (ANEEL, 2012). Por meio da Lei n° 9.991/2000 inaugurou-se no Brasil o marco legal do Programa de P&D da ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição seriam inseridas nas atividades de P&D.

Em maio de 2001, diante do cenário de escassez, o Governo Federal criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), que atuou pelo período de um ano sob a coordenação do ministro-chefe da Casa Civil, liderando um grupo de aproximadamente cem técnicos de diversas atividades do governo federal. A GCE criou o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, que tinha a missão de sugerir e implantar ações para resolver, em curto prazo, a crise do setor, proporcionando condições para o futuro desenvolvimento do setor elétrico brasileiro (PIRES, GIAMBIAGI, SALES; 2002).

A primeira ação realizada foi a implementação de um programa de racionamento com o intuito de reduzir o consumo abaixo da média verificada entre maio, junho e julho de 2000. Para possibilitar o cumprimento do programa, foram estabelecidas metas de consumo e um sistema de sobre tarifas e bônus. Os valores foram taxados em 20% de redução para os consumidores residenciais com consumo superior a 100kWh/mês, 20% para os consumidores comerciais, e entre 20% e 25% para os consumidores industriais. O racionamento foi autogerido, pois os consumidores tinham o direito de escolher quando e como atingir suas metas. Essa estratégia possibilitou a existência de um sinal de preço correto e resultou em um corte de consumo superior a 38.000 GWh (PIRES et al., 2002). O Governo Brasileiro, além do programa de racionamento, criou um mecanismo de mercado para diminuir os impactos econômicos no setor produtivo, permitindo que diferentes agentes negociassem seus direitos de consumo em leilões públicos diários ou por contratos bilaterais (CORREIA et al., 2006).

No entanto, em junho de 2001, o ONS percebeu que caso a estiagem continuasse, as ações realizadas pelo programa de racionamento poderiam não ser suficientes para garantir a segurança do

suprimento sem uma expansão emergencial de curto prazo da capacidade de geração. Dessa forma, o Governo Brasileiro foi obrigado a contratar a construção de usinas termelétricas emergenciais, somando 2.155 MW instalados para contar com uma margem de segurança até 2005. Esse esforço resultou na incorporação de custos elevados ao sistema, que foram repassados aos consumidores, por meio do Encargo de Capacidade Emergencial (ECE), conhecido como “seguro apagão” (CORREIA et al., 2006).

Frente ao racionamento, algumas discussões surgiram, como a forma de aplicação de certas cláusulas contratuais entre geradoras e distribuidoras; e quanto à aplicação do princípio de equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de concessão (CORREIA et al., 2006). O racionamento ainda mudou expressivamente o padrão e os hábitos de consumo com a troca da eletricidade por outras fontes energéticas, pela substituição dos aparelhos ineficientes, e pela diminuição do desperdício. Dessa forma, as receitas das empresas do setor foram reduzidas, diminuindo a liberdade de aumentar as tarifas, e não podendo mitigar os custos em razão da obrigação de continuar a prestar os serviços acordados nas concessões. Como consequência, as empresas iniciaram uma crise de liquidez e prejuízos operacionais (PIRES et al., 2002).

Em 2002, o Governo Federal desenvolveu uma política de universalização do serviço de energia elétrica, considerando que esse bem é fundamental para o desenvolvimento social e econômico do país, promulgando em 26 de abril, a Lei nº 10.438, marco legal da universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil (CASTRO; LOUREIRO, 2010).

Criada como conversão da MP nº 14, de 21 de dezembro de 2001, que tinha como objetivo a criação de instrumentos tarifários necessários para a implementação do Acordo Geral do Setor Elétrico, realizado em função do período de racionamento vivido pelo país no segundo semestre de 2001 e início de 2002, a Lei nº 10.438 determinou que as geradoras de serviço público sob controle federal deveriam comercializar sua energia por meio de leilões, tendo como instrumento de venda contratos bilaterais não tarifados. Ademais, estipulou que a parcela de energia elétrica que não fosse contratada em leilões deveria ser obrigatoriamente quitada no mercado de curto prazo do MAE.

A Lei nº 10.438/2002 dispõe ainda sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

(PROINFA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), e dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica.

De acordo com Castro e Loureiro (2010), a política de universalização realizada pelo Governo Federal teve o intuito de reduzir os níveis de pobreza e maximizar a renda familiar. No entanto, foi preciso, para que essa política fosse eficaz, tornar-se sustentável para quem seria o beneficiário, observando o acesso ao serviço e a possibilidade de pagamento.

Em agosto de 2002, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) editou a Resolução 06, em que propunha diretrizes para regulamentar a diminuição do número de submercados de energia elétrica, aumentando a competição nos leilões de energia elétrica (PIRES et al., 2002).

A MP nº 64/2002 estabeleceu que a partir de janeiro de 2003 as concessionárias de serviço público de distribuição só poderiam estabelecer contrato de compra de energia elétrica por meio de leilões públicos. A conversão desta MP na Lei nº 10.604, de 17 de dezembro de 2002, determina que as concessionárias de geração de serviço público poderão comercializar energia elétrica com consumidores finais, por meio de: a) leilões exclusivos com consumidores finais; b) aditamento dos contratos que estejam em vigor na data de publicação da referida lei, podendo a regulamentação estabelecer data limite e período de transição para a vigência deste aditivo; c) outras formas estabelecidas na regulamentação.

Depois de superada a crise de energia, o setor foi levado a outro extremo, apresentando excesso de ofertas, o que fez com que o preço, que estava no patamar superior de R\$ 684,00/MWh, atingisse um mínimo de R\$ 4,00/MWh em outubro de 2002. Neste cenário, realizou-se em setembro de 2002, o primeiro leilão de contratos de energia do MAE. Nesse momento, as empresas geradoras não conseguiram vender toda a sua energia assegurada, passando por queda de receita. Percebe-se, dessa forma, que o final do racionamento não sinalizou o final da crise do setor elétrico brasileiro, que esteve presente desde o consumo e a distribuição até a geração. Muitas das empresas multinacionais que entraram no mercado brasileiro de energia, durante as privatizações, adquiriram dívidas em moeda estrangeira e já tinham sofrido danos financeiros pela desvalorização do real em 1999 (CORREIA et al., 2006).

Diante desse cenário, foi necessária a intervenção do governo, que através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e

Social (BNDES) formatou o programa para o saneamento financeiro das empresas de distribuição de energia elétrica, concedendo recursos da ordem de um bilhão de dólares. No entanto, o BNDES demandou que as empresas convertessem as dívidas dos acionistas em capital; que fossem criadas debêntures conversíveis em ações; adoção de regras rígidas de governança; e alongamento da dívida de curto prazo com bancos privados de no mínimo 30%. Frente à capitalização e a retomada do crescimento da demanda, principalmente a partir de 2004, em que o consumo retornou aos níveis do ano 2000, as empresas recuperaram seus caixas e melhoraram a situação financeira (CORREIA et al., 2006). Em 2004, as Leis nº 10.847 e nº 10.848, de 15 de março, estabeleceram o Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico. A Lei nº 10.847 criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), ligada ao Ministério de Minas e Energia (MME), com o objetivo de submeter o planejamento da expansão energética às estratégias de desenvolvimento. Nesse sentido, a empresa tinha como função a prestação de serviços na área de estudos e pesquisas dirigidas a subsidiar o planejamento em energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis, e eficiência energética, compondo os Planos Decenais de Expansão Energética (PDE). Já a Lei nº 10.848 dispõe sobre a comercialização de energia, determina o leilão do tipo menor preço como critério para a participação nas licitações de empreendimentos e institui contratos de energia de longo prazo. O principal tópico do atual modelo é a maximização da segurança do suprimento de energia elétrica e a universalização do acesso, juntamente com a eficiência econômica, apresentada pelo princípio de modicidade tarifária.

No que se refere à segurança do suprimento, o modelo brasileiro consiste em:

- inversão do foco dos contratos de energia elétrica do curto para o longo prazo, de modo a reduzir a volatilidade do preço e criar um mercado de contratos de longo prazo (*Power Purchasing Agreements* – PPAs) que pudesse ser utilizado como garantia junto ao sistema financeiro;
- obrigatoriedade de cobertura contratual, pelas distribuidoras e consumidores livres de 100% de seu consumo de energia elétrica;
- instituição de mecanismos de acompanhamento das condições de oferta e demanda do sistema com a criação do Comitê de Monitoramento de Setor Elétrico;

- exigência prévia de licenças ambientais para se permitir a participação de um novo empreendimento no processo de licitação, reduzindo a possibilidade de futuras complicações legais e atrasos no encaminhamento das obras, muito comuns no passado;
- retomada do planejamento setorial integrado e centralizado pelo Estado na figura da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (CORREIA et al., 2006).

O Governo Federal, com o intuito de promover o progresso econômico e social do país, por meio de P&D, promulgou em 2004, a Lei de Incentivo à Inovação, à Pesquisa Científica e Tecnológica no Ambiente Produtivo (Lei nº 10.973/2004), chamada de Lei de Inovação Tecnológica. Juntamente com a promulgação desta lei, foram criadas diretrizes para o fomento das pesquisas científicas e tecnológicas, assim como as bases legais à interação entre as universidades e as empresas para o desenvolvimento científico e tecnológico, disciplinando também normas para proteção da produção intelectual brasileira na esfera das Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT's).

De acordo com Barbosa (2006), a Lei de Inovação Tecnológica teve como desafio sanar o equívoco cultural brasileiro de que somente as universidades eram responsáveis pelo desenvolvimento científico e tecnológico do país, ao passo que os setores de produção deveriam somente incorporar e usar o conhecimento produzido. Nesse sentido, convém relacionar os principais eixos da Lei de Inovação Tecnológica quais são:

- Estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de Inovação (art. 3º ao art. 5º): este eixo diz respeito à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação. Disciplina e orienta os termos legais para a interação entre o setor público e o privado com o intuito de construir alianças estratégicas e projetos de cooperação englobando empresas nacionais, ICT's e organizações de direito privado sem fins lucrativos. Dessa forma, foram apontados pela norma, dois modos de trabalho: a criação de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação.
- Estímulo à participação das ICT's no processo de inovação (art. 6º ao art. 18º): trata das bases legais para cessão e compartilhamento das instalações das ICT's.
- Estímulo à inovação nas empresas (art. 19º ao art. 21º): disciplina os instrumentos referentes á inovação para o setor produtivo.

Em 2006, a EPE findou os estudos do 1º Plano Decenal de Expansão de Energia 2006-2015, sugerindo diretrizes, metas e recomendações acerca da expansão da geração e transmissão de energia elétrica.

Em 2008, um novo marco regulatório foi instituído, determinando que os projetos de P&D&I das empresas de energia elétrica não mais precisariam ser previamente aprovados pela ANEEL.

Em 2009, foi sancionada a Lei nº 11.943 de 28 de maio de 2009, que permite à União, aos Estados e ao Distrito Federal participarem do Fundo de Garantia a Empreendimentos de Energia Elétrica, que tem como intuito a prestação de garantias proporcionais à participação da empresa estatal do setor elétrico em sociedades que participam de programas estratégicos, como no caso do Programa de Aceleração do Crescimento, que tem como objetivo produzir ou transmitir energia, no Brasil e no exterior.

Autores como Leite e Castro (2014), entre outros, estudaram a respeito das leis que moldaram o setor elétrico brasileiro, e destacam que o setor passou por duas reformas institucionais. A reforma ocorrida em 1996 tinha o intuito de introduzir a competição no segmento de geração, criando o segmento de comercialização. Neste momento aumentou também a participação do capital privado, por meio de privatizações. Já a reforma ocorrida em 2004, tinha como objetivo corrigir erros da primeira, que geraram o racionamento em 2001, maximizando a participação do Estado no setor, visando modicidade tarifária e segurança no abastecimento. Para tanto, foram realizadas medidas como a obrigatoriedade da desverticalização das atividades de geração, transmissão e distribuição em uma mesma empresa, sendo esta essencial para introdução de mecanismos de mercado no setor, e maior eficiência econômica.

As mudanças institucionais pelas quais o setor elétrico brasileiro passou podem ser observados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1: Mudanças institucionais do setor

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento por meio de recursos públicos	Financiamento por meio de recursos públicos e privados	Financiamento por meio de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das empresas	Convivência entre empresas estatais e privadas
Monopólios - competição Inexistente	Competição na geração e Comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores cativos	Consumidores livres e cativos	Consumidores livres e cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	Ambiente livre: preços livremente negociados na geração e comercialização. Ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado regulado	Mercado livre	Convivência entre mercados livre e regulado
Planejamento determinativo – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/ <i>deficit</i> do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/ <i>deficit</i> do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/ <i>deficit</i> do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficit (MCS D) para as Distribuidoras

Fonte: CCEE (2017).

De acordo com Salgado e Motta (2005), as reformas no setor incluíram a privatização do mesmo, introdução de um modelo de

regulação baseado na premissa de que, com o atual estágio de desenvolvimento tecnológico, as atividades de geração e comercialização de energia são competitivas, enquanto as de transmissão e distribuição são monopólios naturais, porém passados à iniciativa privada.

Em diversos países, os setores de eletricidade evoluíram com monopólios geográficos verticalmente integrados, que eram propriedade do estado ou de propriedade privada e estavam sujeitos à regulamentação de preços e entrada como monopólios naturais (JOSKOW, 2008).

No Brasil, os ajustes estruturais realizados dizem respeito à exploração dos serviços de energia elétrica por terceiros, por meio de licitação; controle e operação dos sistemas elétricos de forma centralizada; livre acesso e uso de redes elétricas; a desverticalização das atividades setoriais (geração, transmissão, distribuição e comercialização); e criação e regulamentação da comercialização de energia. Esse modelo tinha como objetivo a eficiência econômica e produtiva, com aumento da capacidade do sistema, com a abertura do mercado de energia elétrica ao capital privado, promovendo a competição entre seus diversos agentes. O papel do Estado seria de assumir a função de agente político e regulador, deslocando seu papel dentro da nova concepção de mercado (SALGADO; MOTTA, 2005). Segundo Salgado e Motta (2005), as reformas do setor no Brasil, com o intuito de adotar um novo modelo institucional, passaram por diversos problemas. Inicialmente, negligenciou-se, durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, atividades de planejamento, assim como iniciar as privatizações antes do estabelecimento do marco regulatório.

Com a entrada de empresas privadas no setor de energia foi necessário que fossem estabelecidas normas eficazes para regular a concorrência e conciliar as funções de planejamento energético, com as variáveis que influenciam investimento privado como a credibilidade das metas de expansão da capacidade produtiva e a estabilidade das regras de contratos (SALGADO; MOTTA, 2005).

5.3.1 Aspectos essenciais dos mercados de energia

A desverticalização, requisito essencial para a introdução da competição das empresas implica a formação de quatro atividades básicas na indústria de eletricidade. O segmento de geração, ou produção de energia, devido à significativa presença de economias de

escala, sempre foi visto como um monopólio natural. Isto era verdadeiro também no caso brasileiro, que para aproveitar o grande potencial hidráulico do país, o crescimento do setor baseou-se na construção de grandes hidrelétricas. No entanto, o avanço tecnológico verificado na década de 1980, nos países desenvolvidos, permitiu a introdução das *Combined Cycle Gas Turbines* (CCGT), que produzem energia em escala menor que outras termelétricas, mas com mais eficiência, o que contribuiu para a redução dos custos de produção, e a consequente diminuição da importância das economias de escala. Isto foi condição básica para a introdução da competição na indústria de energia (LEITE, 2003).

Basicamente, há dois tipos de mercados de eletricidade. Os mercados de contratos bilaterais e os mercados do tipo *Pool*. No primeiro caso, os agentes podem transacionar livremente. De modo que, vendedores e compradores estabelecem contratos de compra e venda. A ideia essencial é estabelecer um mercado livre de energia. Neste caso, a falta de um operador do sistema pode levar a sérios desequilíbrios, por isso tal mercado não foi colocado em prática (LEITE, 2003).

O modelo *pool*, por sua vez, tem como principal objetivo minimizar o custo de operação do sistema, daí a necessidade de centralizar as operações do sistema. Neste modelo, os geradores e vendedores, de acordo com suas estratégias individuais, fazem suas ofertas e lances. E o operador do sistema estabelece o preço de mercado. Em mercados do tipo *pool* há dois tipos de preço. O Preço Marginal do Sistema (PMS) que resulta de um leilão não discriminatório, de modo que os agentes tenham pouca chance de modificar ou manipular o preço de mercado e que estimula os agentes a ofertarem preços próximos dos previamente estabelecidos. Outro tipo de preço *pool* é o Preço Nodal (PN), que reflete as diferenças de preço entre os nós, refletindo as restrições de transmissão. Neste caso, os geradores são remunerados de acordo com sua localização no sistema, de modo que em momentos onde há congestionamento das linhas de transmissão, pode haver significativo aumento de preço em determinados pontos ou nós do sistema (HUNT; SHUTTLEWORTH, 1996).

A indústria de energia elétrica possui, então, quatro arranjos básicos possíveis, conforme delineados em Hunt e Shuttleworth (1996) e mostrados no Quadro 4.2. O modelo 1 diz respeito ao modelo de monopólio tradicional.

O modelo 2 caracteriza-se pelo fato de haver concorrência no segmento de geração. Entretanto, as vendas das geradoras se dão apenas

para uma agência compradora (*purchasing agency*). A competição na geração se deve a três fatores básicos: a) livre acesso de todos os geradores às linhas de transmissão; b) estabelecimento de um preço-teto (*price cap*) para a compra de energia; e c) existência de uma única possibilidade de venda de energia. Os co-geradores e os produtores independentes competem para atender a demanda da agência compradora. As empresas distribuidoras, por sua vez, não teriam outra opção de fornecimento de energia, a não ser a agência, o que torna necessária a regulação do preço cobrado por esta última, o mesmo acontecendo com o preço para o consumidor final (HUNT; SHUTTLEWORTH, 1996).

Quadro 5.2: Modelos de competição no setor elétrico

Características	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	Monopólio	Monopsônio	Competição no Atacado	Competição no varejo
Competição na geração	Não há	Significativa	Significativa	Significativa
Escolha do varejista	Não há	Não há	Significativa	Significativa
Escolha do consumidor	Não há	Não há	Não há	Significativa

Fonte: Hunt e Shuttleworth (1996, p.16)

Nota-se que nos modelos 1 e 2 há elevado poder de mercado. No primeiro modelo, a firma é monopolista. No segundo, a agência compradora detém significativo poder de mercado, dado que é monopsonista quando se trata das empresas geradoras, e monopolistas para as empresas de distribuição.

O modelo 3 apresenta competição tanto no segmento de geração quanto no de distribuição. Sua principal característica reside na criação de um mercado atacadista de energia (mercado spot), que possibilita venda de energia entre geradores e distribuidores. Para que este modelo seja colocado em prática é necessário que as empresas sejam totalmente desverticalizadas e que o acesso ao sistema de transmissão seja livre tanto para as geradoras quanto para as distribuidoras. Assim, se o acesso ao mercado de geração é livre (sem barreiras à entrada, regulatórias ou técnicas), as usinas já existentes competirão com novas entrantes, o que tende a reduzir os preços médios da energia gerada. Além do mais, como as condições de geração do sistema devem ser neutras para os agentes compradores e vendedores de energia, é comum a existência de

um Operador Independente do Sistema (OIS). A influência desse operador deve ser proporcional à necessidade de otimização dos benefícios energéticos do sistema elétrico ou, principalmente, à interdependência energética das instalações de geração. Como no caso brasileiro, a coordenação é muito significativa, o ONS deverá adotar uma conduta mais ativa. As empresas distribuidoras que se beneficiam dos preços competitivos no MAE continuam com o monopólio da venda ao consumidor, o que mostra a necessidade de regulação de seus preços, como no modelo 2.

Por último, o modelo 4 parte do pressuposto que deve haver competição em todos os segmentos. As condições básicas para o funcionamento deste modelo são as mesmas do modelo 3, incluindo que, como há a possibilidade de os consumidores finais também poderem escolher seus fornecedores de energia, torna-se obrigatório o livre acesso de geradores e consumidores às redes de distribuição, implicando a desverticalização também das distribuidoras. A principal diferença do modelo 4 em relação aos outros consiste no fato de que, enquanto nos modelos 2 e 3 a competição se dá dentro de segmentos, neste modelo a competição se dá também entre segmentos, o que tende a aumentar a eficiência de toda a indústria.

Segundo Santana e Oliveira (1998), até a década de 1990, o modelo praticado no Brasil era semelhante ao Modelo 1, onde não havia competição em quaisquer dos segmentos da cadeia de produção. A principal diferença diz respeito ao fato de que no Brasil cada empresa tinha o monopólio local (monopólios locais estatais). O modelo implementado no Brasil após 2004 é uma variação dos modelos 3 e 4, dado que incorpora aspectos importantes dos modelos descritos, como competição na geração e livre escolha dos varejistas. Entretanto, convém notar que no caso da geração, esta ocorre *ex-ante*, isto é, por meio dos leilões de expansão do sistema, as empresas competem para participar do mercado.

5.3.2 Regulação do setor elétrico brasileiro

A regulação pode ser definida como as ações realizadas pelo governo com intuito de restringir a liberdade de escolha dos agentes econômicos. A regulação compreende regulamentação de preços (tarifárias), de quantidades (por meio de limites mínimos de produção, limitação de números de empresas atuantes em certos setores), de qualidade (garantia das características do produto ofertado), de

segurança no trabalho (referente às condições de trabalho) (KUPFER, HASENCLEVER; 2002).

De acordo com Farias e Ribeiro (2014), a regulação é essencial para fortalecer e estimular o desenvolvimento de mercados, assim como para atrair capitais privados com investimento em serviços públicos. A modernização da estrutura regulatória pode gerar aumento da eficiência das economias nacionais, aumentando a competitividade e adaptação a mudanças, proporcionando segurança aos investidores e garantindo direitos dos consumidores nos mercados imperfeitos.

De acordo com Selznick (1985) a regulação tem como objetivo a sustentabilidade e o controle exercido por uma agência pública sobre certas atividades, podendo ser entendida como: a) um conjunto específico de comandos, que engloba a promulgação e o estabelecimento de regras a ser aplicado por um órgão dedicado a esse fim; b) influência do Estado, que abrange as ações do mesmo ao buscar influenciar os negócios ou o comportamento social; c) formas de influências social ou econômica, em que os instrumentos que influenciam o comportamento são considerados regulamentares. Já para Diebolt (2001) a regulação é o conjunto de mecanismos que garante o desenvolvimento de certos sistemas, através de um processo complexo de reprodução e transformação.

Segundo a OECD (2016), para que exista uma política regulatória voltada ao interesse público o governo deve realizar ações como:

- a) Adotar uma política continua para tomada de decisões regulatórias, desde a identificação dos objetivos da política até os desenhos regulatórios;
- b) Manter um sistema de gestão regulatório, incluindo a avaliação ex ante do impacto, como parte essencial para tomada decisão fundamentada;
- c) Articular os objetivos da política regulatória, estratégias e benefícios;
- d) Rever o estoque regulatório, para identificar aqueles que são obsoletos;
- e) Desenvolver, implementar e avaliar uma estratégia de comunicação que garanta apoio aos objetivos e qualidade regulatória.

Sendo assim, no que diz respeito à regulação, Silveira Neto e Mendonça (2011) relatam que a Constituição Federal é tida como regra máxima do Estado, e que esta determina como ocorrerá a prestação de certos serviços, sendo que a partir de então, o legislador ordinário instituirá o marco regulatório, que na prática são as regras que guiarão os equilíbrios de interesses do setor privado, e do investidor que procura

lucro para seus investimentos, além dos cidadãos que desejam qualidade nos serviços a preços justos.

O setor de energia elétrica é um serviço de utilidade pública, com características de monopólio natural (SIFFERT FILHO et al., 2009). Cabe salientar que o monopólio natural atende as demandas de mercado por uma única empresa, inexistindo a concorrência. Sendo assim, a regulação governamental é utilizada para garantir qualidade e eficiência dos serviços prestados (NASCIMENTO, 2013). Nesse sentido, observa-se que o setor elétrico é objeto de regulação. Sendo assim, a supervisão do comportamento dos agentes e a criação de condições para realização de novos investimentos e de incentivos para a maximização da eficiência técnica econômica e ambiental tornam-se fundamentais (SIFFERT FILHO et al., 2009).

O risco regulatório pode ser entendido como aquele decorrente da aplicação das regras de regulação, para a macroeconomia e setores industriais (SMITH, 1997). O risco regulatório surge quando o regulador toma decisões que influenciam os retornos de ações no mercado, ligados a algum fator de risco sistemático. A ação regulatória que tem algum efeito que pode ser modificado não contribui para o risco regulatório (WRIGHT; MASON; MILES, 2013).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2013) os desafios enfrentados pela regulação do setor são o aumento da oferta de energia em quantidade suficiente para viabilizar o desenvolvimento social e econômico do País, e disponibilizar energia a preços competitivos em condições sustentáveis aos consumidores finais.

Segundo Antunes (2006) o modelo regulatório para o setor elétrico brasileiro atua como um mecanismo que procura equilibrar os interesses das organizações do setor, possibilitando condições adequadas à produção, transmissão e distribuição de energia. Sendo assim, o sistema institucional é constituído por diversos órgãos, que podem ser observados no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Instituições

Instituição	Função
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética	Homologação da política energética, em articulação com as demais políticas públicas.
MME – Ministério de Minas e Energia	Formulação e implementação de políticas para o setor de energia.
CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	Monitoramento das condições de atendimento e ações preventivas para garantir a segurança dos suprimentos.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética	Realização de estudos para definição da matriz energética e expansão do setor elétrico.
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica	Regulação, zelo pela qualidade dos serviços, universalização do atendimento, preservando a viabilidade econômico-financeira dos agentes de comercialização.
ONS – Operador Nacional do Sistema	Coordenação da operação do sistema interligado nacional, administração da transmissão.
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica	Administração de contratos, liquidação de mercado de curto prazo, leilões de energia.

Fonte: CCEE (2017).

Observa-se, por meio do Quadro 5.3, que os órgãos que compõem o sistema institucional do setor elétrico têm como funções a homologação da política energética, garantir a segurança de suprimentos, realização de estudos para expansão do setor, administração de contratos e leilões de energia, e regulação, fiscalização, e universalização dos serviços prestados, como é o caso da ANEEL.

5.3.2.1 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criada por meio da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e introduzida pelo Decreto de Instalação nº 2.335, de seis de outubro de 1997, tendo como órgão supervisor o Ministério das Minas e Energia (MME). A criação das agências reguladoras teve a Casa Civil como locus de elaboração. A ANEEL foi o primeiro projeto de criação de uma agência reguladora, sendo enviado pelo Executivo Federal ao Congresso no final de 1995, sob o modelo de autarquia convencional, ou seja, sem autonomia decisória e requisitos de estrutura e procedimentos que caracterizam as agências reguladoras, sendo do Poder Legislativo, a geração de autonomia (PACHECO, 2006).

A diretoria da ANEEL é formada por um diretor-geral e quatro diretores, nomeados pelo Presidente da República, que tem mandato não coincidente de quatro anos. Os diretores tem competência para decidir, sob a forma de colegiado, em instância administrativa final as matérias que são de competência da autarquia. Essas decisões acontecem mediante a presença de pelo menos três diretores e deve possuir mínimo de três votos favoráveis. Com a função de assessoria jurídica para a

diretoria, a ANEEL conta com a procuradoria-geral, que emite pareceres, e representa a autarquia de forma jurídica. Já as superintendências de processos organizados fazem parte do processo de gestão administrativa e de auxílio às deliberações da diretoria (CASTRO; LOUREIRO, 2010).

O Decreto nº 2.335 de 1997 e o regimento interno da ANEEL instituíram as figuras de audiência pública e consulta pública, que tem o intuito de apoiar as decisões resultantes de atos administrativos da agência ou de anteprojetos de lei propostos pela ANEEL, quando esses repercutirem nos direitos dos agentes econômicos do setor elétrico ou dos consumidores deste. É dessa forma que ocorre a participação popular, tão relevante nas bases das políticas públicas, e o controle da administração pública. Quanto ao processo decisório na ANEEL, as reuniões que ocorrem semanalmente são públicas e podem ser assistidas pelos interessados nos julgamentos dos processos (CASTRO; LOUREIRO, 2010).

De acordo com Pó e Abrucio (2006), a criação da ANEEL deve-se à privatização e quebra do monopólio do Estado nos setores de infraestrutura. Nesse sentido, Prado (2006) discorre que tal criação justifica-se pela necessidade de diminuir falhas de mercado, melhorando a eficiência do mesmo, pois é por meio de instituições que as “regras do jogo” são estabelecidas (NORTH, 1993; FIANI, 2011).

A ANEEL tem como objetivo “promover o equilíbrio entre os consumidores, agentes regulados e o Governo, em prol do interesse público através de regulação e fiscalização do setor de energia elétrica de acordo com as diretrizes do Governo Federal” (ANEEL, 2017). A agência tem como função a regulação e a fiscalização das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; regulação econômica de tarifas e mercado e a regulação dos projetos de P&D e eficiência energética. Como autarquia, a ANEEL possui autonomia financeira e decisória, sendo comandada por um diretor geral mais quatro diretores, cujo processo decisório é caracterizado como colegiado (ANEEL, 2017). As atribuições da ANEEL, segundo Kupfer e Hasenclever (2002) englobam:

- a) Resolver conflitos e divergências entre concessionárias, permissionárias, autorizadas, produtores independentes e autoprodutores, assim como entre esses agentes e seus consumidores.
- b) Garantir a entrada de novos agentes no mercado. Sendo assim, por meio da homologação das regras do mercado atacadista de energia, busca-se estimular a concorrência na geração de eletricidade.

- c) Definição e aplicação dos novos princípios de regulação de tarifas, substituindo a tarifação ao custo de serviço pelo regime preço-teto (segmento de distribuição).
- d) Defesa das condições de concorrência, estabelecendo regras que limitam o poder de mercado das empresas concessionárias.
- e) Definição dos padrões técnicos e normativos de qualidade e desempenho de empresas.

Com formato institucional, diretores são escolhidos pelo presidente, aprovados pelo Senado e gozavam de mandato fixo, o que gerava credibilidade para os investidores (PÓ; ABRUCIO, 2006). Quanto ao desenho institucional, as agências dispõem de autonomia e estabilidade dos dirigentes, independência financeira, funcional e gerencial, transparência e procedimentos, como pode ser visto no Quadro 5.4:

Quadro 5.4: Desenho institucional das agências

Desenho institucional das agências	
Autonomia e estabilidade dos dirigentes	Mandatos fixos e não-coincidentes; Estabilidade dos dirigentes; Aprovação pelo Poder Legislativo, mediante arguição; Pré-requisitos quanto à qualificação dos dirigentes
Independência financeira, funcional e gerencial	Autarquia especial sem subordinação hierárquica; Última instância de recurso no âmbito administrativo; Delegação normativa (poder de emitir portarias); Poder de instruir e julgar processos; Poder de arbitragem; Orçamento próprio; Quadro de pessoal próprio.
Transparência	Ouvidoria com mandato; Publicidade de todos os atos e atas de decisão; Representação dos usuários e empresas.
Procedimentos	Justificativa por escrito de cada voto e decisão dos dirigentes; Audiências públicas; Diretoria com decisão colegiada.

Fonte: Pó e Abrucio (2006).

Observa-se, por meio do Quadro 5.4, que as agências trabalham com autonomia e transparência em seus atos. Para regular o funcionamento do setor elétrico no Brasil estão designados o Ministério de Minas e Energia, o Conselho Nacional de Política Energética, que determina a Política Energética Nacional, e especificamente a ANEEL (OLIVEIRA; TOLMASQUIM, 2004). A agência tem como objetivo

regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal (PRADO, 2006). Três modalidades de regulação são praticadas pela agência: regulação técnica de padrões de serviço (geração, transmissão, distribuição e comercialização); regulação econômica (tarifas e mercado); e regulação de projetos P&D e eficiência energética (ANEEL, 2016).

A ANEEL busca promover e viabilizar o ciclo completo da cadeia da inovação, incentivando empresas em torno de iniciativas que disponham de escala apropriada para desenvolver conhecimento e transformar ideias, experimentos laboratoriais bem-sucedidos e qualidade de modelos matemáticos em resultados práticos que melhorem o desempenho das organizações e a vida da sociedade (ANEEL, 2012).

Como resultado da reforma do Setor Elétrico Brasileiro e da criação da ANEEL, a promoção de atividades de P&D no setor elétrico passou a ocorrer sob duas práticas: (a) criação do CT-ENERG e (b) obrigatoriedade de investimento das concessionárias em projetos regulados pela ANEEL. O CT-ENERG é um fundo setorial de energia elétrica que tem como objetivo promover ações de P&D, de interesse público e eficiência energética no uso final, não considerada pelas concessionárias, podendo ser projetos de pesquisa científica e tecnológica; desenvolvimento tecnológico experimental; desenvolvimento em tecnologia industrial básica; implantação de infraestrutura para atividades de pesquisa; formação e capacitação de recursos humanos qualificados e difusão do conhecimento científico e tecnológico. Já a obrigatoriedade de investimento das concessionárias em projetos regulados pela ANEEL tem o intuito de estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, necessárias ao setor de energia elétrica (Decreto nº 2.335/97).

Para cumprir a obrigação de investir em P&D, as empresas devem expor à avaliação da ANEEL ex-post seus projetos, contendo informações sobre os resultados esperados e sua aplicabilidade, custos previstos para execução e expectativa de retorno financeiro, pertinência do estudo a temas de interesse do setor elétrico, grau de inovação ou avanço tecnológico pretendido (ANEEL, 2012). Depois da realização do projeto, a ANEEL faz uma avaliação dos resultados alcançados e dos investimentos realizados. Quando comprovado pela empresa, reconhecido e aprovado pela ANEEL, o investimento realizado num

certo projeto será subtraído da conta de P&D e das obrigações legais da empresa (ANEEL, 2012).

Com a privatização do setor elétrico na década de 1990, as distribuidoras de energia assumiram a obrigação de investir parte da Receita Operacional Líquida (ROL) em P&D, por meio de cláusulas constantes nos contratos de concessão. Com a Lei nº 9.991/2000, inaugurou-se no Brasil o marco legal do Programa de P&D da ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição seriam inseridas nas atividades de P&D. Para tanto, foram criadas redes de parcerias com empresas de base tecnológica e núcleos de pesquisa de ICTs. De forma endógena, as empresas estruturaram áreas de gestão de P&D e Inovação, a fim de gerenciar o processo de inovação, desde a captação de ideias até a avaliação dos resultados tecnológicos e benefícios econômicos (ANEEL, 2012).

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento contemplam o investimento obrigatório por parte das concessionárias de geração de energia, anualmente de um percentual mínimo de 0,25% da ROL. Já para as concessionárias de distribuição esse percentual era de 0,1%, sendo que estes percentuais eram referentes aos primeiros contratos de concessão. Com a Lei nº 9.991/2000, esses percentuais foram alterados e a obrigatoriedade passou a contemplar mais empresas de energia elétrica. Com base no artigo 1º desta Lei, as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica ficaram obrigadas a aplicar, todo ano, no mínimo 0,75% da ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e 0,25% em Eficiência Energética (EE) no uso final, devendo ser observado o período de transição destes percentuais (ANEEL, 2012).

Para as concessionárias de geração, as autorizadas à produção independente de energia elétrica e as concessionárias de transmissão ficaram obrigadas a aplicar, anualmente, no mínimo 1% da ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico. No entanto, ficaram excluídas dessa obrigatoriedade as empresas que geram energia somente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada (ANEEL, 2012).

De acordo com a Lei nº 9.991/2000, alterada pela Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010, os percentuais mínimos vigentes a aplicar em P&D e EE são apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Percentuais mínimos da ROL a investir em programas de P&D e EE.

	Fase Anterior			Fase Atual		
	Pesquisa e desenvolvimento (% da ROL)	Eficiência Energética	Vigência	Pesquisa e desenvolvimento (% da ROL)	Eficiência Energética	Vigência
1	1	-	Até	1	-	
2	1	-	31/12/2015	1	-	Desde 01/01/2016
3	0,5	0,5		0,75	0,25	

Legenda: 1 – Geração / 2 – Transmissão / 3 - Distribuição

Fonte: ANEEL (2012).

De acordo com o art. 4º da Lei nº 9.991/2000, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento descritos na Tabela 5.2 devem ser distribuídos da seguinte forma:

- 40% dos recursos devem ser recolhidos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Cabe destacar que este é minimamente utilizado para inovação;
- 40% dos recursos devem ser destinados à execução de projetos de P&D regulados pela ANEEL;
- 20% dos recursos devem ser recolhidos ao Ministério de Minas e Energia (MME).

E conforme o inciso II, do art. 5º da Lei nº 9.991/2000 devem-se destinar, no mínimo, 30% dos investimentos anteriormente citados para projetos desenvolvidos por instituições de pesquisa localizadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste, incluindo as respectivas áreas das Superintendências Regionais.

Com o intuito de incentivar o atendimento a este dispositivo legal, a empresa que realizar investimentos em instituições sediadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste terá direito a maior apropriação sobre as receitas geradas com a comercialização dos resultados dos projetos de P&D. Outro incentivo à realização de investimentos em P&D nas regiões anteriormente citadas é a utilização de um montante maior de recursos no projeto de gestão, sendo que esse montante adicional será calculado com base nos investimentos destinados a essas instituições e reconhecidos pela ANEEL no ano anterior (ANEEL, 2012). Dessa forma, observa-se que é possível promover o desenvolvimento de regiões por meio das instituições, uma vez que uma

de suas funções é prover incentivos (LEMOS, 2013), e também através das inovações (SCHUMPETER, 1989).

Os projetos de P&D regulados pela ANEEL são destinados à capacitação e ao desenvolvimento tecnológico das empresas de energia elétrica, com o intuito de geração de novos processos ou produtos, ou o aprimoramento de suas características (ANEEL, 2012), convergindo com estudo de Schumpeter (1989) a respeito de inovação. São gerenciados pela empresa, por meio de uma estrutura própria e de gestão tecnológica. O projeto de P&D deverá ser enquadrado em sua fase proposta para desenvolvimento dentro da cadeia da inovação. A duração máxima permitida para um projeto de P&D é de 60 meses (ANEEL, 2012). Sendo assim, observa-se que a inovação é resultado das estratégias de P&D desenvolvidas pelas empresas por meio de instituições (POSSAS, 1989).

As atividades relacionadas à execução de projetos de P&D dizem respeito à natureza criativa ou empreendedora, com fundamentação técnica-científica, e destinada à geração de conhecimento ou à aplicação inovadora de conhecimento existente. É da qualificação técnica-científica dos pesquisadores envolvidos na execução do projeto, e da natureza dos produtos quanto à criatividade científica e inovação tecnológica, que depende o sucesso de um projeto. Dessa forma, a transformação do resultado da pesquisa em inovação tecnológica, é a mola mestra do Programa de P&D regulado pela ANEEL (ANEEL, 2012). Nota-se ainda que o desempenho da inovação depende da percepção de oportunidades, das habilidades dos profissionais envolvidos no processo de inovação (DOSI, 1982), e da aplicação de conhecimento adquirido (TROT, 2012).

A seguir serão apresentados os marcos regulatórios que foram fundamentais para o desenvolvimento do setor quanto à inovação.

5.3.2.2 Marcos regulatórios importantes à inovação

De acordo com a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (alterada pelas Leis nº 10.438, de 26 de abril de 2002, nº 10.848, de 15 de março de 2004, nº 11.465, de 28 de março de 2007, nº 12.111, de 09 de dezembro de 2009, e nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010), as concessionárias de serviços públicos de distribuição, transmissão ou geração de energia elétrica, as permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica e as autorizadas à produção independente de energia elétrica, excluindo-se aquelas que geram energia

exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, cogeração qualificada e pequenas centrais hidrelétricas, devem aplicar, anualmente, um percentual mínimo de sua ROL em projetos de P&D no setor elétrico, segundo regulamentos estabelecidos pela ANEEL.

É de responsabilidade da ANEEL regulamentar os investimentos em P&D e EE incentivando a busca constante por inovações necessárias para enfrentar os desafios tecnológicos do setor elétrico, ou promovendo o uso eficiente e racional da energia elétrica, associado às ações de combate ao desperdício. No Quadro 5.5 podem ser vistos os marcos regulatórios da ANEEL.

Quadro 5.5: Marcos regulatórios ANEEL

Ano	Marco
Lei nº 9.427 de 26/12/1996	Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.
Decreto nº 2.335, de 06/10/1997	Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências.
Portaria MME nº 34 de 28/11/1997	Aprova o Regimento Interno da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.
Resolução nº 284 de 30/09/1999	Delega competência aos Superintendentes da Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade - SRC, da ANEEL, para praticar atos administrativos de aprovação de programas de eficiência energética e dos padrões das concessionárias, e da Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição - SRD, para aprovação dos Programas de Pesquisa apresentados pelas concessionárias.
Lei nº 9.991/2000, art. 1º	Concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica ficaram obrigadas a aplicar, todo ano, no mínimo 0,75% da ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e 0,25% em Eficiência Energética (EE) no uso final, devendo ser observado o período de transição destes percentuais (ANEEL, 2012).

Continua...

Continuando...

Lei nº 9.991/2000, art. 4º	Os investimentos em P&D devem ser distribuídos da seguinte forma: 40% dos recursos devem ser recolhidos FNDCT; 40% dos recursos devem ser destinados à execução de projetos de P&D regulados pela ANEEL; 20% dos recursos devem ser recolhidos ao MME.
Lei nº 9.991/2000, art. 5º, inciso II	Devem-se destinar, no mínimo, 30% dos investimentos anteriormente citados para projetos desenvolvidos por instituições de pesquisa localizadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste, incluindo as respectivas áreas das Superintendências Regionais.
Resolução nº 271 de 19/07/2000	Estabelece para os concessionários e permissionários do serviço público de distribuição de energia elétrica, os critérios de aplicação de recursos em ações de combate ao desperdício de energia elétrica e pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro.
Resolução nº 502 de 26/11/2001	Aprova o Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro.
Resolução nº 352 de 24/08/2001	Prorroga o prazo de recolhimento da parcela dos recursos destinados à P&D para o FNDCT.
Resolução Normativa nº 219 de 11/04/2006	Aprova Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, 2006, e alterações no Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica, altera o art. 7º da Resolução ANEEL 271 de 19.07.2000 e o parág. 1º do art. 1º da Resolução ANEEL 185 de 21.05.2001.
Resolução Normativa nº 233 de 24/10/2006	Estabelece os critérios e procedimentos para o cálculo, a aplicação e o recolhimento, pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas, dos recursos previstos na Lei no 9.991, de 24 de julho de 2000.
Lei nº 9.991/2000, alterada pela Lei nº 12.212, de 20/01/2010.	Percentuais mínimos da ROL a investir em programas de P&D até 31/12/2015: geração: 1% da ROL; transmissão: 1% da ROL; distribuição: 0,50% da ROL. A partir de 01/01/2016: geração: 1% da ROL; transmissão: 1% da ROL; distribuição: 0,75% da ROL.

Continua...

Continuando...

Resolução Normativa nº 408 de 03/08/2010	Altera o art. 5º e inclui os arts. 17 e 18 na Resolução Normativa nº 316, de 13/05/2008, corrigindo a denominação do Manual de Contabilidade do Setor Elétrico (MCSE) e facultando às empresas, independentemente da entrada em operação comercial do empreendimento, a antecipação de investimentos em projetos de P&D, para compensação futura. * No período anterior à publicação da Lei 9.991/2000 para algumas concessionárias tinham previstas cláusulas específicas de investimento obrigatório em P&D em seus contratos de concessão.
Resolução Normativa nº 495 de 26/06/2012	Aprova o Manual para Auditoria dos Programas de Eficiência Energética e de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regidos pelas Resoluções Normativas nº 176/2005 e 219/2006, e respectivas regulamentações anteriores.

Fonte: ANEEL (2016).

Nota-se, observando o Quadro 5.5, que os marcos regulatórios referentes à ANEEL mostram a importância dada a projetos de P&D e à promoção da inovação. A preocupação da agência com esta temática iniciou-se em 2000, tendo continuidade nos anos seguintes, avançando e estabelecendo novos critérios para a geração de P&D e inovação no setor elétrico, seja na melhoria de processos, ou de novos produtos e ações dos funcionários das empresas parceiras. Sendo assim, por meio de instituições e de suas características como regras (NORTH, 1993), hábitos, análise da necessidade de estratégias (SELZNICK, 1996), e das mudanças que podem ser realizadas ao longo do tempo (MEYER; ROWAN, 1977), o setor elétrico se desenvolve e tende a inovar em seus segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia.

Fernandino e Oliveira (2010) discorrem que no período compreendido entre 2001 e 2004, foram criadas as primeiras redes de cooperação compreendendo núcleos de pesquisa de ICTs e empresas de base tecnológica, sendo que algumas concessionárias se tornaram incubadoras virtuais, atuando como extensão de P&D por meio de uma relação de associação.

Com a Lei nº 9.991/2000, os recursos de P&D ficaram a cargo da administração governamental por meio de fundos setoriais, e também foram parcialmente transferidos para empresas do setor. A ANEEL aprovava os projetos de P&D antes que estes fossem iniciados, sendo

que os projetos eram submetidos pelas empresas para análise do órgão regulador em ciclos anuais, que os julgava como P&D ou não, observando critérios como: resultados do projeto (benefícios públicos); qualidade da proposta; e qualificação da equipe executora. A ANEEL permitia o uso de recursos apenas para projetos em pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental. Uma vez findado o projeto, a ANEEL os fiscalizava quanto ao atingimento dos resultados tecnológicos e prestação de contas. Se fossem detectados problemas nesses quesitos, a agência poderia multar a concessionária ou cancelar o projeto (ANEEL, 2001).

No período entre 2004 a 2007, o programa enfrentou queda no montante de recursos ocasionado pela criação da EPE, levando o processo de P&D do setor quase à extinção pelo Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da MP 144. No entanto, devido à mobilização de atores explicando a importância do programa na criação de capacidades tecnológicas, tal extinção não chegou a ocorrer.

Com o passar do tempo, as empresas passaram a considerar a imposição inicial (estágio 1) como uma rotina operacional voltada a interesses estratégicos. Nesse período, por meio das Leis n° 10.848 e n° 11.465 os percentuais de aplicação direta de P&D pelas empresas foram alterados. Um trabalho de avaliação do Programa da ANEEL, da Pesquisa de Resultados do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento para as Empresas do Setor Elétrico (PRPED), foi realizado. Os resultados indicaram a criação de capacidades tecnológicas, a substituição de produtos importados e a redução de *gaps* tecnológicos para as empresas respondentes (MACHADO et al., 2008).

Em 2008, um novo marco regulatório foi instaurado, definindo que os projetos de P&D&I das empresas de energia elétrica não mais precisariam ser aprovados antecipadamente pela ANEEL. Sendo assim, o órgão regulador avaliaria o mérito técnico-científico destes após sua conclusão, o que gerou aumento do risco regulatório para as empresas, que passaram a realizar projetos sem receber anuência antecipada da ANEEL. Os projetos eram avaliados quanto à originalidade do projeto (grau de novidade do projeto), aplicabilidade (importância e abrangência no mercado), relevância (mérito científico do projeto em termos científicos, tecnológicos, econômicos e socioambientais) e razoabilidade de custos (retorno sobre o investimento) (ANEEL, 2008).

No marco de 2008, mudanças relacionadas ao modelo de P&D&I adotado pela ANEEL foram realizadas. O programa passou a realizar investimentos em projetos relacionados à consecução de cabeças-de-

série, lotes pioneiros de protótipos e à introdução destes no mercado. Sendo assim, as empresas tinham permissão para usar recursos do programa para produzir e experimentar protótipos em escalas maiores em seus parques de ativos, assim como proporcionar atividades de marketing voltadas ao lançamento do produto no mercado. Adicionalmente, a ANEEL permitiu às concessionárias transferirem tecnologias para a indústria e extrair receita por meio de *royalties* através da comercialização de produtos no mercado. Nessa fase licenciamentos tecnológicos entre empresas de energia e universidades (detentoras da tecnologia), e fabricantes fornecedores (licenciados) foram iniciados.

A legislação de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia do Brasil foi constituída a fim de fomentar uma cultura de P&D nas empresas, sendo delas a função de gerenciamento de projetos, capacitação de funcionários e contratação de centros de pesquisa.

Mesmo com essas iniciativas do governo, empresas do setor veem o Programa da ANEEL como uma obrigação, não considerando os recursos de P&D como oportunidade e possibilidade de retorno financeiro. A própria Lei nº 9.991/2000 foi elaborada no intuito de obrigação e punição, e não como um incentivo à inovação (PINTO, MAISONNAVE; 2012).

De acordo com o Manual da ANEEL (2012) a inovação é entendida como “a introdução na empresa ou no mercado de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente, ou com alguma característica nova e diferente daquela até então em vigor, com fortes repercussões socioeconômicas”. Nesse sentido, considera-se relevante conceituar também inovação tecnológica, uma vez que o setor de energia está baseado em avanços científicos e tecnológicos. Para tanto, Myers e Marquis (1969) comentam que a inovação tecnológica é uma atividade complexa, iniciada com a geração de uma nova ideia, passando pela solução de um problema, e utilização de um novo item de valor econômico ou social. Já Donadio (1983) explica que a inovação tecnológica é a utilização de conhecimentos científicos, técnicas e procedimentos com o intuito de comercialização ou utilização de novos produtos e/ou processos de produção. Por sua vez, o Manual Frascati (OECD, 1997) define inovação tecnológica como a melhoria substancial de produtos ou processos existentes.

Vale destacar o papel das leis estaduais de inovação, que também auxiliam o licenciamento de patentes e transferência de tecnologias advindas das ICTs, assim como permite a remuneração de

pesquisadores com participação nos ganhos econômicos resultantes de contratos de transferência de tecnologia. De acordo com o secretário executivo do MCTI, em 2005, só o estado do Amazonas possuía lei estadual de inovação. Em 2017, a lei estadual existe em 16 estados, em outros três há uma minuta de lei, e no Distrito Federal há projeto em andamento (ELIAS, 2017). Na Figura 5.1 são representados os estados brasileiros que dispõem de leis de inovação.

Figura 5.1: Os estados brasileiros e a Lei de Inovação



Fonte: (SENADO, 2017).

As leis estaduais compõem o marco legal para inovação são advindas da Lei de Inovação Federal (Lei nº 10.973/04), que estabeleceu normas de incentivo à inovação e à pesquisa em ciência e tecnologia no ambiente produtivo, a fim de estimular a autonomia tecnológica e o desenvolvimento industrial no Brasil. As leis estaduais autorizam o compartilhamento de laboratórios de instituições científicas e tecnológicas (ICTs) por empresas incubadas e por empresas nacionais (ELIAS, 2017).

Atualmente, o marco legal que está em discussão no Congresso Nacional é o Projeto de Lei nº 2.177/2011. Este se refere a um novo alicerce para regular as organizações e atividades de P&D no Brasil,

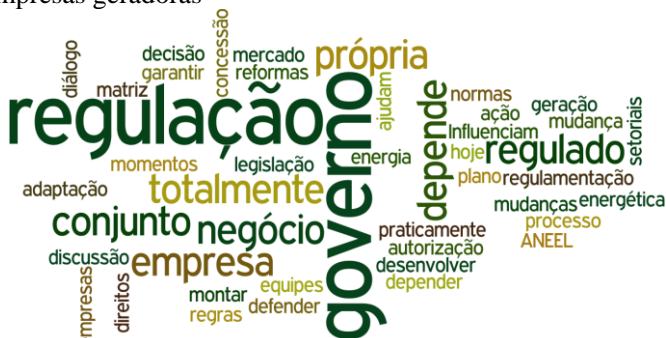
fundamentado na criação do Código Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que substituiria algumas leis, como a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004). Como objetivo, pretende possibilitar maior flexibilidade operacional e espaço gerencial para as organizações de pesquisa (RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015).

5.3.3 Influência do ambiente institucional sobre as empresas do setor elétrico brasileiro

Segundo Williamson (2000), é no ambiente institucional que se encontram as regras formais do jogo, como política, burocracia e jurisdições. De acordo com Conceição (2002), as instituições e o ambiente institucional influenciam o processo de crescimento, podendo propiciar ou não as inovações tecnológicas, modificações na organização das empresas, administração no processo de trabalho e gerenciamento de políticas macroeconômicas. Dessa forma, o ambiente institucional tem como função definir o andamento das mudanças que ocorrem no campo tecnológico e competitivo.

Nesse sentido, os gerentes de P&D foram questionados a respeito da influência que o ambiente institucional do setor elétrico, por meio de políticas, normas setoriais e marcos regulatórios, exercem sobre as empresas geradoras de energia. Durante os discursos dos entrevistados, foram observadas algumas palavras de destaque, entre elas regulação, governo, regulado, depende, empresa, negócio, sinalizando para uma dependência das empresas quanto às ações governamentais. Estas podem ser observadas na Figura 5.2.

Figura 5.2: Nuvem de palavras: influência do ambiente institucional nas empresas geradoras



Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se dizer que as ocorrências institucionais, ocasionadas por meio de políticas, normas setoriais e marcos regulatórios, segundo o gerente EG2

Influenciam totalmente. A empresa está num segmento totalmente regulado. O objetivo do nosso negócio é a geração de energia que depende de concessão e autorização, praticamente tudo o que envolve o negócio depende da regulação. Muito pouco pode se fazer sem depender da legislação ou de regulamentação. (EG2)

Esta declaração corrobora com Conceição (2002), quando este cita as ideias de Hodgson a respeito das instituições como regras que estabelecem relações entre os diversos agentes, e do mercado, definindo os comportamentos dos mesmos. Nota-se, assim, relação com a abordagem neo-institucionalista, que preconiza que os indivíduos são interdependentes.

O gerente de P&D EG4 discorre que “o ponto principal de estar num mercado regulado são as regras e a própria regulação do governo”. Segundo Pires e Piccinini (1999) essas regras que compõem a regulação têm como objetivo eficiência econômica, garantir serviço ao menor custo para o usuário, garantir menor diferença entre preços e custos, assegurar o serviço universal, assegurar a padronização tecnológica e garantir a segurança e proteger o meio ambiente.

Segundo o entrevistado, em vários momentos o governo se mostra disposto, e a ANEEL também, a discutir alguns pontos, mas

quando isso não ocorre, o processo de adaptação às normas de regulação é mais difícil. O entrevistado comenta ainda que na própria empresa há equipes multidisciplinares que trabalham em conjunto para entender as mudanças e montar um plano de ação (EG4). As instituições, ou “regras do jogo” como define North (1990), podem auxiliar na interação entre indivíduos, e também possibilitar previsibilidade nas ações alheias. De acordo com North (1994), as organizações são formadas por grupos de indivíduos unidos por algum propósito comum para alcançar determinados objetivos.

Já o entrevistado EG1 declarou que as macro políticas, as políticas públicas e as reformas no setor têm grande peso sobre o mesmo, nas palavras dele: “Acho que essas grandes reformas setoriais ajudaram a desenvolver a matriz elétrica de hoje”. O entrevistado discorre que na época dos militares, foram realizados investimentos em grandes hidrelétricas, que na época do Presidente Fernando Henrique foram realizados investimentos para a introdução de térmicas no Brasil, e anos depois se realizou investimentos em energias sustentáveis. Aproximadamente cinco anos depois dos investimentos realizados na Europa e EUA, foi criada uma reforma no setor para a entrada das fontes solar e eólica, de forma competitiva.

As mudanças institucionais, juntamente com a inovação, são fundamentais para o desenvolvimento. Nesse sentido, Fiani (2011) discorre que as inovações aumentam a produtividade, reduzem custos e preços e podem gerar produtos que melhor satisfaçam necessidades, estando estas atreladas às regras econômicas e sociais vigentes. Sendo assim, o desenvolvimento ocorre quando as instituições evoluem e se adaptam às necessidades das nações e mercados.

De acordo com Freeman (1995) a trajetória de um setor é entendida a partir da sua história, em que regras e inovações determinam possíveis campos de avanço futuro. Nesse sentido, aspectos históricos, políticos, sociais e econômicos são analisados conjuntamente, num processo evolucionário. Segundo Arend e Cário (2010), o *path dependence* é utilizado como processo histórico para prever possíveis ações dos agentes.

O setor elétrico passou a década de 1980 por dificuldades, como, por exemplo, o congelamento tarifário pra controle de inflação, gerando inadimplência generalizada que acumulou uma conta na ordem de U\$20 milhões. Quando o processo de abertura do setor elétrico foi iniciado, a Lei Eliseu foi marcante. Outro momento marcante foi o RESEB, ou seja, a reestruturação do setor elétrico brasileiro, que foi um

estudo entre 1996-1998 que desenhou o mercado de energia elétrica brasileira, que seria implementado gradativamente, a partir dos anos 2000. A situação ao final de 1998 foi congelar os contratos, que ficaram vigentes por três anos, e a partir dos anos 2000, os contratos iniciais foram pagos, e reduzidos 25% ao ano. (EG2)

Para o gerente EG1, um dos momentos críticos ocorreu no período de 1996 a 1998, quando a empresa optou por um modelo sem planejamento de longo prazo, esperando que o mercado se movesse para investimentos no setor elétrico. Essa falta de planejamento gerou um déficit de energia, e não de potência no Brasil, associado a condições climáticas, gerando uma crise de racionamento. Com isso, em 2003 foi realizada a reestruturação no setor elétrico, em que o ONS foi concretizado, foi criado a EPE, o planejamento do setor, e definidas algumas reformas grandes no setor. O setor elétrico, nas palavras do entrevistado é “um setor mais conservador”, com poucas mudanças, e questões pontuais como a entrada de renováveis, políticas para hidrelétricas e políticas para termelétricas.

O apagão ocorrido em 2001, por falta de planejamento e pela ineficiente estruturação do Mercado Atacadista de Energia (MAE), foi lembrado por dois gerentes (EG3, EG4). Outro marco importante no setor foi o racionamento de 2001, além do marco regulatório de 2004, a Lei nº 10.848, onde foram organizados alguns tópicos que não estavam adequados ao modelo que vinha sendo executado desde 2000, e que não funcionou. Depois disso, o cenário melhorou, e a regulação ficou mais estável, até que o setor começou a apresentar anomalias decorrentes do desenho original. Esse desenho apresentava algumas falhas que demoraram a se manifestar, e quando se manifestaram, precisaram de ajustes pra manter o modelo funcionando.

Nesse contexto, percebe-se que a abordagem institucional é histórica, e além dessa premissa tem-se que a mudança institucional é responsável pela forma com que as nações evoluem ao longo do tempo. Esta mudança institucional é definida pela relação entre as instituições e as organizações (NORTH, 1995).

De acordo com os relatos dos entrevistados, nota-se que, os fatos ocorridos no setor, foram importantes para o desenvolvimento das empresas, o que vem ao encontro dos estudos de Conceição (2008), quando ele defende que a história importa, pois o momento presente teve influência do passado. Entende-se que as instituições podem promover ou reprimir o desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo, sendo fatores importantes para os processos dinâmicos de

crescimento, desenvolvimento e de mudança tecnológica.

Ao longo dos anos, diversas legislações e normas foram criadas com o objetivo de melhorar o modelo do setor elétrico. Segundo Castelli e Conceição (2014), as instituições podem ser caracterizadas também como agentes de mudança, e dessa forma, podem intervir na criação de um contexto propício ao avanço tecnológico e para a continuidade do crescimento econômico.

5.4 SÍNTESE CONCLUSIVA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Este capítulo elucidou os principais aspectos referentes ao Setor Elétrico Brasileiro, como características, segmentos de atuação e ambiente institucional. O setor elétrico desenvolveu-se por meio da sua trajetória institucional, que guiou, por meio de legislação e normas, a inovação no setor.

O setor elétrico, caracterizado como monopólio natural, possui singularidades, como a impossibilidade de estocar seu principal produto, ser regulado, e ser dependente de políticas públicas. O setor está dividido em quatro segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, os quais são administrados e operados por agentes distintos. A principal característica dos processos (geração, transmissão, distribuição e utilização) é a interdependência que existe entre eles.

Com relação ao ambiente institucional, observa-se que durante sua trajetória, o setor passou por diversas mudanças, como alterações estruturais e institucionais, migrando de uma configuração monopolística estatal, em que era provedor dos serviços e único investidor, para um modelo de mercado (geração), com a participação de diversos agentes e investimentos divididos com capital privado. Esta reestruturação foi realizada no mesmo período da reforma do papel do Estado, por meio da Constituição de 1988.

Com a entrada de empresas privadas no setor de energia foi necessário que fossem estabelecidas normas eficazes para regular a concorrência e conciliar as funções de planejamento energético, com as variáveis que influenciam investimento privado como a credibilidade das metas de expansão da capacidade produtiva e a estabilidade das regras de contratos.

As instituições que regulam o setor elétrico foram instituídas com o intuito de regulamentar o setor, buscando equilíbrio entre o Estado, os usuários e as concessionárias de eletricidade. A ANEEL é a agência

reguladora do setor e tem como objetivo promover o equilíbrio entre os consumidores, agentes regulados e o Governo, em prol do interesse público através de regulação e fiscalização do setor de energia elétrica de acordo com as diretrizes do Governo Federal. Além de sua função reguladora, a ANEEL dispõe de programas que incentivam as empresas de energia elétrica a investirem em P&D e eficiência energética, obrigando as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica a destinarem um percentual de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética.

Por meio da Lei nº 9.991/2000 inaugurou-se no Brasil o marco legal do Programa de P&D da ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição seriam inseridas nas atividades de P&D. Em 2002, o Governo Federal desenvolveu uma política de universalização do serviço de energia elétrica, considerando que esse bem é fundamental para o desenvolvimento social e econômico do país. Em 2002, a Lei nº 10.438 determinou que as geradoras de serviço público, sob controle federal, deveriam comercializar sua energia por meio de leilões, tendo como instrumento de venda contratos bilaterais não tarifados.

O Governo Federal, com o objetivo de promover o progresso econômico e social do país, por meio de P&D, promulgou em 2004, a Lei de Incentivo à Inovação, à Pesquisa Científica e Tecnológica no Ambiente Produtivo (Lei nº 10.973/2004), chamada de Lei de Inovação Tecnológica. Juntamente com a promulgação desta lei, foram criadas diretrizes para o fomento das pesquisas científicas e tecnológicas, assim como as bases legais à interação entre as universidades e as empresas para o desenvolvimento científico e tecnológico, disciplinando também normas para proteção da produção intelectual brasileira na esfera das ICT's.

No que diz respeito à regulação do setor elétrico brasileiro, os desafios encontrados são o aumento da oferta de energia em quantidade suficiente para viabilizar o desenvolvimento social e econômico do país, e disponibilizar energia a preços competitivos em condições sustentáveis aos consumidores finais.

A trajetória institucional do setor, por meio de sua história e das reformas setoriais, juntamente com a inovação, foi relevante para o desenvolvimento da matriz elétrica atual, que tem focado principalmente nas fontes renováveis, como eólica e solar. Dentre os momentos críticos enfrentados pelo setor, cabe citar o congelamento tarifário para controle da inflação, na década de 1980, a reestruturação do setor nos

anos 1990, o apagão ocorrido em 2001 por falta de planejamento hidrológico.

Nesse contexto, entende-se que o ambiente institucional guia o ritmo do processo de mudança de um setor. Os processos de mudança tecnológica e institucional são interdependentes, sendo fundamental o trabalho conjunto de ambos para o desenvolvimento do cenário socioeconômico de um país.

6 TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Este capítulo aborda a trajetória tecnológica do setor elétrico brasileiro a fim de responder ao segundo objetivo específico: analisar a dinâmica inovativa presente na trajetória tecnológica do setor. Para tanto, foi realizada pesquisa documental que contemplou sítios eletrônicos das empresas e instituições do setor, pesquisa bibliográfica por meio de artigos científicos, e dados obtidos por meio das entrevistas realizadas com gerentes de P&D das empresas geradoras de energia, e de um centro de pesquisa.

De acordo com Dosi (1988), a trajetória tecnológica pode ser considerada como padrão da atividade normal de resolução do problema, baseado em um paradigma tecnológico. Kupfer (1996) explica que os paradigmas e trajetórias tecnológicas são dependentes de interesses econômicos, da capacitação tecnológica e de variáveis institucionais.

A fim de elucidar a trajetória tecnológica do setor de energia elétrica no Brasil, é relevante considerar a história de inovações realizadas pelo setor nos EUA. Nesse sentido, Mowery e Rosenberg (2005) relatam que o primeiro marco a ser considerado, data de 1882, ano de abertura da estação Pearl Street, que correspondia até 1889, a menos de 5% de toda potência de energia usada nas indústrias do país. No início do século XX, se desenvolveu mais consideravelmente a geração e transmissão à longa distância de energia elétrica, que foram sendo desenvolvidas devido à disponibilidade de recursos naturais, como os rios na Califórnia, sendo possível a instalação de usinas hidrelétricas e sistemas de transmissão neste estado (MOWERY; ROSENBERG, 2005).

A princípio, o consumo de energia era dirigido à iluminação. Entre 1920 e 1930, o consumo triplicou devido à redução dos custos de acesso, impulsionando o aparecimento de novos produtos, alguns até já desenvolvidos, mas que necessitavam do uso do motor movido a eletricidade. A maximização do consumo também ocorreu devido ao aumento da renda familiar, possibilitando a adoção de equipamentos elétricos domésticos, o que possibilitou, em certa medida, a participação de mulheres na força de trabalho, por volta dos anos 1945, em função dos aparelhos auxiliares nos afazeres domésticos (MOWERY; ROSENBERG, 2005).

A partir de 1945, com a diminuição dos custos de eletricidade, foi possível a utilização de fornos elétricos maiores, que tinham custo de capital menor que das tecnologias antigas e permitiam a utilização de matérias-primas diversas, favorecendo o crescimento das pequenas usinas siderúrgicas nos EUA (MOWERY; ROSENBERG, 2005).

No Brasil a produção de energia elétrica aumentou de 1970 (45 trilhões de watts hora) até 2003 (aproximadamente 360 trilhões de watts hora) (RAMOS, 2005). De acordo com Oliveira, Silveira e Braga (2000), houve redução no consumo industrial, e aumento no consumo residencial, ocorrendo dessa forma, mudanças no padrão de consumo. Segundo a ANEEL (2003) ocorreu ainda evolução na eletrificação doméstica brasileira, aumentando o percentual de 25% dos domicílios em 1950 para 93% dos domicílios em 2000.

O Estado foi responsável pela trajetória tecnológica brasileira, em especial, a partir da abertura de mercado em 1990, por meio da Lei nº 8.031/1990, que criou o Programa Nacional de Desestatização (PND) e o Sintrel (Sistema Nacional de Energia Elétrica), possibilitando o início da competição de mercado no setor, e em 1995 quando ocorreu a privatização por meio do leilão da Escelsa e Light-Rio, sendo de competência do Estado a regulação do setor elétrico.

Ao se considerar os estudos de Pavitt (1985), entende-se que a trajetória tecnológica do setor de energia elétrica brasileira é classificada como mista, uma vez que a tecnologia foi alavancada pela redução de custos (*technology push*), por demanda de novos produtos (*demand pull*) e pelas instituições, como proposto nesta tese.

Segundo Pavitt (1985), o setor de energia elétrica pode ser classificado como atividades eletrônicas, elétricas e químicas, que compõem a categoria de firmas baseadas em ciência, e, sendo assim, os determinantes das trajetórias tecnológicas e as características da tecnologia abrangem: (a) fontes de tecnologia (P&D e departamentos de engenharia de produção das firmas do setor), ciência pública e outros estabelecimentos (fornecedores, usuários, pesquisa e consultoria com financiamento público); (b) tipo misto de usuários (setores sensíveis ao preço e setores sensíveis ao desempenho); e (c) mecanismos de apropriação: know-how de P&D, patentes, segredo e know-how de processo, economias dinâmicas de aprendizado.

No que se refere às características identificadas para a tecnologia, estas compreendem: (a) fontes da tecnologia de processo – interna (gerada no próprio setor) e de fornecedores por meio da compra de equipamentos e insumos de produção; (b) inovação predominante mista:

envolve inovação tanto de processos, visando redução de custos, quanto de produtos; (c) tamanho das firmas: grandes, considerado o número de empregados; (d) intensidade e direção da diversificação: baixa vertical (pequeno número de inovações produzidas fora do setor de atividade principal e neste utilizadas) e alta concêntrica (grande número de inovações produzidas e usadas fora do setor de atividade principal).

De acordo com Malerba (2002), o sistema setorial de inovação é composto por agentes mercantis e não mercantis, que realizam atividades de geração, adoção e uso das tecnologias, assim como criação, produção e uso de produtos setoriais, sendo que os agentes mercantis são as empresas de geração, transmissão e distribuição de energia e os não mercantis são os órgãos governamentais, as instituições financiadoras, as associações e os órgãos de pesquisa das universidades.

O Quadro 6.1 apresenta a trajetória tecnológica da eletricidade no Brasil

Quadro 6.1: Trajetória tecnológica da eletricidade no Brasil

ANO	FATO HISTÓRICO
1879	Dom Pedro II concedeu a Thomaz Alva Edison o privilégio de introduzir no país aparelhos e processos de sua invenção destinados à utilização da eletricidade na iluminação pública. Foi inaugurada, na Estação Central da Estrada de Ferro Dom Pedro II, atual Central do Brasil, a primeira instalação de iluminação elétrica permanente.
1881	A Diretoria Geral dos Telégrafos instalou, na cidade do Rio de Janeiro, a primeira iluminação externa pública do país em trecho da atual Praça da República.
1883	Entrou em operação a primeira usina hidrelétrica no país, localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina.
1889	Entrou em operação a primeira hidrelétrica de maior porte do Brasil, Marmelos-Zero da Companhia Mineira de Eletricidade, pertencente ao industrial Bernardo Mascarenhas, em Juiz de Fora – MG.
1897	Inauguração do serviço de iluminação elétrica em Belo Horizonte.
1901	Entrada em operação da usina hidrelétrica Parnaíba (atual Edgard de Souza) pertencente a São Paulo Light, primeira a utilizar barragem com mais de 15 metros de altura.
1903	Aprovado pelo Congresso Nacional, o primeiro texto de lei disciplinando o uso de energia elétrica no país.
1908	Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Fontes Velha, na época a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo.

Continua...

Continuando...

1913	Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Delmiro Gouveia, primeira do Nordeste, construída para aproveitar o potencial da Cachoeira de Paulo Afonso no rio São Francisco.
1940	Regulamentada a situação das usinas termelétricas do país, mediante sua integração às disposições do Código de Águas.
1945	Criada, no Rio de Janeiro, a primeira empresa de eletricidade de âmbito federal, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF.
1954	Entrou em operação a primeira grande hidrelétrica construída no rio São Francisco, a Usina Hidrelétrica Paulo Afonso I, pertencente à Chesf. Entrou em operação a Usina Termelétrica Piratininga, a óleo combustível, primeira termelétrica de grande porte do Brasil.
1956	Foi criada para administrar o programa energético do estado do Espírito Santo, a Escelsa, empresa posteriormente federalizada e que passou a fazer parte do Grupo Eletrobrás.
1957	Criada a Central Elétrica de Furnas S.A., com o objetivo expresso de aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Grande para solucionar a crise de energia na Região Sudeste.
1961	Durante a presidência de Jânio Quadros foi criada a Eletrobrás, constituída em 1962 pelo presidente João Goulart para coordenar o setor de energia elétrica brasileiro.
1963	Entrada em operação da maior usina do Brasil na época de sua construção, a usina hidrelétrica de Furnas, pertencente a Central Elétrica de Furnas – Furnas.
1985	Entrou em operação a Usina Termonuclear Angra I, primeira usina nuclear do Brasil.
1992	Em Fernando de Noronha - PE entrou em operação o primeiro aerogerador instalado no Brasil. Durante os dez anos seguintes, a energia eólica pouco cresceu.
1997	Criada a Eletrobrás Termonuclear S.A., empresa que passou a ser a responsável pelos projetos das usinas termonucleares brasileiras.
1999	A primeira etapa da Interligação Norte-Sul entrou em operação, representando um passo fundamental para a integração elétrica do país.
2000	O presidente Fernando Henrique Cardoso lançou o Programa Prioritário de Termelétricas visando a implantação no país de diversas usinas a gás natural.
2001	Entrou em operação a Usina Termelétrica Eletrobold (RJ). A usina foi construída pela Sociedade Fluminense de Energia (SFE), controlada pelo grupo norte-americano Enron, sendo equipada com oito grupos de geradores a gás natural e totalizando 380 MW de capacidade instalada. Entrou em operação, a Usina Termelétrica Macaé Merchant, em Macaé (RJ).

Continua...

Continuando...

2003	Entrou em operação comercial em novembro a 15ª unidade geradora hidráulica da Usina Hidrelétrica Tucuruí. É a terceira máquina da segunda etapa, que irá acrescentar mais 375 MW de potência à usina. As obras irão ampliar a capacidade de geração, de 4.245 MW para 8.370 MW, possibilitando o atendimento a mais de 40 milhões de pessoas. Tucuruí passará a ser a maior hidrelétrica nacional.
2005	Em abril foi inaugurada em Belém (PA) uma usina de produção de biodiesel do Grupo Agropalma. A unidade tem capacidade para produzir 8 milhões de litros de biodiesel por ano e a empresa utilizará como matéria-prima resíduos do processamento de palma. Maior produtora de óleo de palma da América Latina, a Agropalma domina todo o ciclo de produção e produz quase a totalidade de matéria-prima vegetal utilizada, cerca de 120 mil toneladas. A primeira usina brasileira de produção do biodiesel foi inaugurada em março, em Cássia (MG), e o combustível já está sendo comercializado em Belo Horizonte.
2006	A empresa de Pesquisa Energética (EPE) concluiu em março de 2006, os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica – PDEE 2006-2015, propondo diretrizes, metas e recomendações para a expansão dos sistemas de geração e transmissão do país até 2015. O documento foi apresentado como marco da retomada do planejamento do setor de energia elétrica.
2007	Em fevereiro de 2007 foi ativada a primeira turbina da usina hidrelétrica Campos Novos, marcando o início da operação comercial do empreendimento. Localizada no rio Canoas, em Santa Catarina, a usina exigiu a construção da maior barragem do tipo enrocamento e face de concreto já executada no país, com 202 metros de altura e comprimento de crista de 592 metros.
2008	A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) aprovou, em 8 de janeiro de 2008, modelo de contrato de permissão para as cooperativas de eletrificação rural atuarem como distribuidoras de energia. A permissão será concedida por 20 anos, a partir da assinatura de contrato, sem direito a prorrogação. Entre as imposições às cooperativas, está o veto ao desempenho de outras atividades; a mudança da relação com os associados, que passam a condição de consumidores detentores de direitos e obrigações; o ingresso das cooperativas como agentes no ambiente regulado; e os estabelecimentos de obrigações do serviço a ser prestado.
2009	No final de 2009, ocorreu o primeiro leilão de comercialização de energia voltado para a fonte eólica. Este leilão, denominado Leilão de Energia de Reserva (LER), foi um sucesso com a contratação de 1,8 GW e abriu portas para novos leilões que ocorreram nos anos seguintes.

Continua...

Continuando...

2011	Em 2011 foi inaugurada no município de Tauá – CE a MPX Tauá, primeira usina solar fotovoltaica a gerar eletricidade em escala comercial no Brasil.
2014	Em 2014, foi realizado o primeiro leilão que contemplou a fonte de energia solar fotovoltaica. Este foi um marco histórico para o setor fotovoltaico brasileiro, representando a primeira contratação da fonte em um leilão federal de energia elétrica no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). A partir de então, a energia solar fotovoltaica tornou-se realidade como uma alternativa energética renovável, limpa e sustentável para o desenvolvimento da matriz elétrica do país.

Fonte: Memória da Eletricidade – Eletrobrás (2012).

Por meio do Quadro 6.1 percebe-se que o setor de energia elétrica brasileiro evoluiu e diversificou-se com o passar dos anos. A tecnologia, auxiliada (ou estimulada) pelas instituições, possibilitou que a trajetória do setor pudesse ser vista numa perspectiva evolucionária, que segundo Ibrahim (2015), é o movimento de avanço tecnológico a partir da ruptura de padrões produtivos anteriores aos correntes, repercutindo na atividade econômica.

6.1 TENDÊNCIAS PARA O SETOR ELÉTRICO QUANTO À INOVAÇÃO

Segundo Schumpeter (1989), o desenvolvimento ocorre ao se realizar tarefas de formas diversas das que eram comumente praticadas, ou seja, por meio da realização de novas combinações que podem compreender: (a) introdução de um novo bem não familiar aos consumidores ou nova qualidade de certo bem; (b) introdução de um novo método de produção - método ainda não experimentado dentro de certo ramo produtivo; (c) abertura de um novo mercado, ou seja, um mercado em que o produto de determinada indústria nunca tivera acesso antes, independente de este mercado ter ou não existido anteriormente; (d) descoberta de uma nova fonte de matéria prima; e (e) reorganização de uma indústria qualquer, como a criação ou a ruptura de uma posição de um monopólio. Lemos, Lastres e Albagli (1999) consideram inovação as mudanças organizacionais utilizadas para o formato da organização e da gestão da produção. Isso é possível por meio da aprendizagem e do conhecimento adquirido ao longo do tempo.

Analisando as palavras de Schumpeter (1989), diversas inovações foram realizadas pelo setor elétrico ao longo dos anos, e outras estão por vir em função de aprendizado, conhecimento e aplicação destes no desenvolvimento de novas tecnologias.

Os gerentes de P&D das empresas geradoras de energia elétrica foram questionados a respeito das inovações que foram fundamentais para o desenvolvimento do setor, como estas participam da história da empresa, e também a respeito das tendências tecnológicas para o setor. Cabe considerar a visão relativamente limitada dos gerentes de P&D, e o número restrito de respondentes.

6.1.1 História

De acordo com Conceição (2012), as instituições são elementos indissociáveis dos processos de desenvolvimento e de mudança tecnológica. Sendo assim, a história é um elemento-chave para o entendimento dos cenários de desenvolvimento, uma vez que as instituições perduram e podem estimular a inovação tecnológica por meio de transmissão de ideias e ações, e indução de mudanças.

Uma vez que as instituições podem promover a inovação tecnológica, a falta delas, em certa medida, pode desestimular a atividade inovativa. Essa questão é discutida pelos gerentes de P&D apresentados, quando discorrem que do ponto de vista tecnológico, poucos pontos mudaram com o passar dos anos.

O gerente de P&D EG2 discorre que o setor elétrico não é vanguarda do uso da tecnologia. Embora internacionalmente diversas inovações tenham ocorrido, o Brasil está em função de uma regulamentação atrasada, onde se tem pouco apoio para iniciativas.

O entrevistado da Empresa EG4 destacou que o setor é “bastante tradicional”. Ele relatou que a empresa tem mais de 100 anos e que até meados de 2000, este era um setor bastante analógico. Quando ocorria falta de energia, o consumidor tinha que avisar a concessionária, ou seja, a empresa não tinha o controle desse serviço, era reativa das reações que recebia do consumidor. Hoje, com smart grids isso mudou.

Outro ponto importante refere-se à matriz elétrica. No Brasil, tem-se predominância da fonte hidrelétrica, que é uma fonte limpa, mas em outros países, também há exploração marcante das fontes térmica e nuclear, havendo a diversificação das fontes. A evolução que se tem no país é a mudança do setor analógico para digital, e a mudança da matriz, antes baseada em hidrelétricas mais térmicas. (EG4)

A eletrificação está presente nas casas, nos carros, no aquecimento, basicamente em tudo, levando à otimização do sistema e criação de novas variáveis para controle. As térmicas, as usinas a gás natural e usinas a vapor também foram grandes inovações no seu tempo. Tem-se também a questão da possibilidade de trabalhar com altas tensões para geração e transmissão, a capacidade de transmitir energia de longa distância com alta tensão e que aumenta a geração. Essas são inovações que auxiliam no desenvolvimento do setor, pois há pouco tempo atrás não eram possíveis. Nas palavras do entrevistado “a gente tem uma hidrelétrica que começou com duas unidades em 50 MW. Há medida que a tecnologia foi se desenvolvendo, foram adicionando torres de 70, até de 100 MW no mesmo local, utilizando a mesma queda”. (EG1) Ou seja, a tecnologia possibilitou aumento de potência na usina já construída, acrescentando apenas estruturas, sem demandar nova área e recursos naturais.

6.1.2 Principais inovações

De acordo com o gerente da Empresa EG4, smart grid é uma inovação significativa para o setor. No período de 2010-2011, foi lançado um programa de redes inteligentes na empresa, com diretoria responsável por esse assunto, para tratar a situação da rede em tempo real, fazendo monitoramento, “passando de uma rede analógica reativa, pra uma rede digitalizada, com acompanhamento em tempo real, e fazer todo tipo de serviço de uma forma proativa”. Outro elemento importante destacado pelo entrevistado é a diversificação das fontes, sobretudo energias solar e eólica, que são as novas renováveis. Estas têm como grande característica, emissão zero de poluentes, sem impacto ambiental, mas com intermitência.

O entrevistado da Empresa EG1 discorreu que “a inovação no setor é muito ampla”, e destaca que a introdução das renováveis a um custo interessante pode ser um diferencial, mas principalmente, a geração distribuída, que é a capacidade de o consumidor gerar sua própria energia, sendo a grande disrupção do mercado. Assim, ocorre a descentralização da geração, que com uma rede confiável, consegue-se coordenar o sistema de geração elétrica no país.

O entrevistado falou ainda da importância das solares nas residências e na indústria, a introdução de baterias, frisando que estas são as bases da inovação e da modificação do modelo vigente no Brasil, que são de grandes obras centralizadas e longe dos pontos de carga e

transmissoras para transmissão dessa energia. Esta tem sido uma tendência mundial, e que aos poucos está ocorrendo no Brasil. (EG1)

O gerente de P&D da Empresa EG2 corrobora com o entrevistado EG1 quanto à ascensão das tecnologias renováveis, e destaca que a vertiginosa queda de preços delas seria um destaque para o setor. Do ponto de vista da geração, as grandes novidades são a fonte eólica e a geração fotovoltaica. O entrevistado destaca que as duas fontes renováveis, solar e eólica, são exemplos de como a tecnologia pode provocar grandes mudanças no setor. A exemplo do entrevistado EG1, destacou a geração distribuída como uma nova dinâmica para o futuro.

A gerente de P&D da Empresa EG5 corrobora com ideias já apresentadas pelos outros gerentes quanto às fontes renováveis e geração distribuída, e destaca que uma das tendências para o setor elétrico é a energia fotovoltaica, pois esta fonte tem se destacado em leilões de energia, que também são uma inovação do setor. Já o gerente da Empresa EG3 relatou que a próxima revolução das geradoras de energia será a internet das coisas, isto é, toda usina de geração gera uma quantidade enorme de dados, equipamentos de geração, parâmetro de qualidade de água, e uma série de outras questões de estrutura de barragem de segurança. Sendo assim, há volume grande de dados sendo gerados, e com isso o próximo passo será começar a tratar esses dados de maneira a otimizar a gestão desse empreendimento.

Segundo um dos entrevistados “A gente tem percebido um movimento grande nessas questões de desenvolvimento de máquinas virtuais pra fazer predição de falhas em equipamentos, antecipar defeitos que possam ocorrer nos equipamentos”. Percebe-se que o incremento das fontes renováveis é inevitável. Cada vez mais se terá plantas solares e eólicas, fazendo com que o setor seja repensado. Embora as fontes renováveis sejam benéficas, elas são intermitentes, ou seja, o vento e o sol não são constantes. Então se tem sombra, diminui a geração no parque solar, o mesmo ocorre com o eólico. Isso gerará um distúrbio na rede, e o setor vai ter que repensar como tratar essa questão. O entrevistado continua: “Acho que boa parte do desenvolvimento de P&D e de inovação vai ser buscar soluções para essa intermitência das fontes renováveis e como regular isso. Uma das formas é a questão do armazenamento, trabalhar o desenvolvimento de baterias que consigam regular a frequência dessa entrada e saída”. (EG3)

6.1.3 Aprendizado e mudanças

Lemos, Lastres e Albagli (1999) discorrem que o aprendizado é a busca por oportunidades tecnológicas que geram melhorias nos mecanismos de busca e permitem o desenvolvimento de produtos novos. Tigre (1998) destaca a importância do aprendizado para apropriação e treinamento das novas oportunidades que aparecem no decorrer de processos que compreendem a utilização de recursos organizacionais.

De acordo com um gerente de P&D entrevistado, as lições aprendidas são importantes, mas hoje o P&D está muito alinhado com estratégias de futuro, como destacado por Malerba (1992) no que se refere ao conhecimento adquirido no passado e as novas informações que estão sendo processadas (*learning from advances in science and technology*). Se comparado com países desenvolvidos, o Brasil tem atraso de 20 anos, é preciso trabalhar para fechar esse gap. Os projetos que estão em andamento, são caros, e de longo prazo de maturação do investimento. Hoje, quando se pensa em novos projetos, vislumbra-se o cenário para cinco a dez anos. Segundo o gerente da Empresa EG2, instituições como a ANEEL, não contribuem para a mudança tecnológica no setor elétrico, ou por as empresas serem mais inovadoras.

Quando questionado a respeito da busca por novos aprendizados, o entrevistado da Empresa EG3 relatou que é uma iniciativa tanto da empresa como dos funcionários, participando de fóruns, discussões, seminários. Os profissionais de P&D se apoiam bastante na literatura, em artigos recentes de inovação, sites, e participam do grupo de trabalho da Associação dos Produtores de Energia Elétrica (APINE), momento em que os representantes se reúnem pra discutir questões de inovação para o setor. Percebe-se, dessa forma, que a empresa busca seus aprendizados também de maneira exógena à empresa, junto a concorrentes (MALERBA, 1992). Quanto à questão de projetos, muitos deles são cooperados, ou seja, por vezes, uma empresa tem a ideia de um projeto, e não tem investimento pra fazer sozinha, ou quer de fato compartilhar com outra empresa.

Na empresa representada pelo entrevistado EG1, a aprendizagem ocorre por meio de benchmarking, olhando os competidores, testando inovações para ver se elas são possíveis no mercado, fazendo parcerias com outras empresas e com universidades, observando o mercado, clientes e consumidores, pois “Assim é mais fácil entender o lado do cliente pra ver o que é possível introduzir no mercado”. O gerente discorreu que evitam, em certa medida, as inovações de longo prazo e as pesquisas mais básicas, tentando inovar no mercado rapidamente, entrando com um produto, uma parceria, verificando o que é aderente no

mercado naquele momento. Há ainda as políticas internas de inovação, metodologia, fomento às inovações dentro da empresa, e uma área de inovação da holding que faz um benchmarking de larga escala, que participa de todos os fóruns pra verificar quais são as novas tecnologias possíveis para serem adotadas.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento é resultado da interação social, momento em que o conhecimento tácito é convertido em explícito quando ocorre o compartilhamento de experiências, por meio de observação, prática e imitação. Nesse sentido, o gerente da Empresa EG3 relatou que ao final de cada projeto são realizadas reuniões para que seja feita a transferência tecnológica, tanto dos projetos que deram certo como para os que não tiveram êxito. Busca-se sempre divulgar os resultados para representantes dos acionistas, outras empresas do setor, e para a própria academia. Não há reconhecimento individual pelo sucesso de projetos, sendo que a recompensa é a aquisição de conhecimento, a oportunidade de desenvolvimento e realização de projetos vinculados, como mestrado, doutorado, treinamento, participação em workshops.

6.1.4 Os Centros de pesquisa e a trajetória tecnológica no setor de energia elétrica

De acordo com o diretor do Centro de Pesquisa em Energia Fotovoltaica, o Brasil decidiu, nos últimos anos, investir na fonte solar. A geração distribuída está acontecendo desde 2012, assim como a geração centralizada com usinas de grande porte, no nordeste e sudeste do Brasil, contratadas através de leilões específicos. As contratações acontecem cada vez com preços mais baixos, e esse avanço todo está usando muita informação obtida por meio dos programas de P&D. (CP1)

No Centro de Pesquisa são realizados treinamentos e capacitações de pessoas para instalações em usinas e em telhados em parceria com empresas. Diversos temas são discutidos, como a utilização de drones, por exemplo. Atividades que antes se fazia caminhando entre as fileiras de módulos com uma câmara infravermelha, fotografando ou filmando, agora são realizadas com drones, de forma mais rápida e eficaz. (CP1)

A aprendizagem é realizada por meio de literatura acerca dos assuntos pertinentes aos temas estudados, por meio de parcerias no exterior há vários anos, intercâmbio de pesquisadores, como da Alemanha, por exemplo. Com isso, o a energia solar fotovoltaica tem

avançado em velocidade similar aos acontecimentos que se desenvolvem no mundo inteiro. Também há relacionamentos interinstitucionais, redes de pesquisa com outras universidades brasileiras, como a Universidade Federal do Pará, Universidade de São Paulo, e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O aprendizado também ocorre nos programas de pós-graduação, por meio das bancas de teses e dissertações. Os pesquisadores do Centro de Pesquisa têm diversas formações profissionais, como engenheiros, que desenvolvem seus estudos paralelamente às pesquisas e trabalho. (CP1)

Um das formas de aprendizado ocorre por meio de rotinas. Para Nelson (1995) as rotinas são entendidas como o comportamento realizado sem muito pensamento explícito sobre ele, como hábitos e costumes. No entanto, as rotinas podem ser entendidas como os comportamentos considerados apropriados e eficazes nas situações em que são invocados. As rotinas são o produto de processos que envolvem aprendizagem e seleção orientada para o lucro. De acordo com Nelson e Winter (2005), o conjunto de rotinas estabelecido pelas empresas auxilia a operacionalização das tarefas a serem realizadas. Nesse sentido, segundo o diretor do centro de Pesquisa, as rotinas são bem estabelecidas, e realizadas para o desenvolvimento de tecnologias destinadas a resolver um problema ou necessidade. (CP1)

O setor está sofrendo pressão para redução de custos. Exemplos disso são os leilões e as fontes que estão sendo contratadas, pois se vê um distanciamento grande de PCHs e biomassa, que até poucos anos atrás eram as fontes principais, e caminhando para as fontes eólica e solar, refletindo redução de custos, avanço tecnológico e escala. (CP1). Observam-se, assim, mudanças na trajetória tecnológica e institucional do setor.

No início das atividades de pesquisa do Centro de Pesquisa, há pouco mais de 20 anos, as investigações não tinham aplicação direta e prática. A pesquisa era mais acadêmica, porque a fonte solar era muito cara, e não era utilizada por esse motivo. Hoje isso mudou bastante, pois agora o foco é o setor produtivo, em que os projetos acontecem por demanda de geração de energia, uma vez que esta fonte está competitiva. (CP1). Atualmente, a energia solar no Brasil é a fonte de energia que mais cresce proporcionalmente.

De acordo com o diretor do Centro de Pesquisa, a relação das instituições com os centros de pesquisa, em relação à trajetória tecnológica do setor “Não só contribui, mas puxa, é locomotiva, não é vagão”. Essa afirmação corrobora o estudo de Conceição (2012) quanto

à importância das instituições como elementos indissociáveis dos processos de desenvolvimento e mudança tecnológica.

Algumas oportunidades são percebidas nas fontes renováveis. Entre elas, o entrevistado destaca que existe complementariedade muito grande entre energia eólica e solar em algumas localidades, pois há lugares que tem sol de dia e o vento é forte à noite. Dessa forma, é possível usufruir a mesma infraestrutura de conexão, de transmissão de energia, dividindo inclusive os custos dessas fontes. E como a geração eólica começou há aproximadamente dez anos antes que a solar, tem-se um parque grande eólico, que tem área para integração fotovoltaica. Essa integração é o caminho. (CP1)

O entrevistado discorre que garantir o desempenho das usinas é o objetivo do Centro de Pesquisa, pois quando ocorre o leilão, garante-se determinada potência de energia, e o valor a ser operado. Depois de construída a usina, a promessa precisa ser cumprida, mesmo que existam muitos problemas potenciais durante o processo. Sendo assim, todo raio de luz que incide numa placa solar deve ser convertido em energia, pois “esse sol não vai mais bater, será perdido”. Dessa forma, uma das atividades do Centro de Pesquisa é garantir que em todo momento que tenha sol, a usina gere o montante de energia esperado. (CP1)

Outra tendência importante do setor elétrico refere-se à sustentabilidade ambiental. Assim como as fontes renováveis, a mobilidade elétrica é exemplo disso. O entrevistado comenta ainda a respeito dos veículos elétricos e qual o tipo de energia será utilizada para carregá-los, pois de nada adianta desenvolver veículos elétricos e ligá-los na tomada utilizando fonte, se esta for uma termelétrica a carvão, por exemplo. As indústrias de automóvel já desenvolveram um modelo de carro elétrico, e elas entendem que a mobilidade elétrica está completamente atrelada à geração de energia, e nesse caso, a energia solar é importante. No Centro de Pesquisa, foi desenvolvida tecnologia para equipar um ônibus elétrico, movido totalmente por energia solar. (CP1)

6.2 SÍNTESE CONCLUSIVA DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

A produção de energia elétrica no Brasil aumentou consideravelmente de 1970 (45 trilhões de watts hora) até 2016 (aproximadamente 578 trilhões de watts hora) (EPE, 2017). Ocorreram

mudanças no padrão de consumo, aumentando o consumo doméstico e reduzindo o consumo industrial.

O Estado foi responsável pela trajetória tecnológica brasileira, principalmente quando da abertura de mercado em 1990, por meio da Lei 8.031/1990, com a criação do Programa Nacional de Desestatização (PND) e o Sintrel (Sistema Nacional de Energia Elétrica), possibilitando o início da competição de mercado no setor, e em 1995 quando ocorreu a privatização por meio do leilão da Escelsa e Light-Rio, sendo competência do Estado a regulação do setor elétrico.

A trajetória tecnológica do setor de energia elétrica brasileira é classificada como mista, pois a tecnologia foi alavancada pela redução de custos (*technology push*), por demanda de novos produtos (*demand pull*) e pelas instituições. No Brasil, a trajetória tecnológica da energia elétrica iniciou em 1879, quando Thomaz Alva Edison introduziu no país aparelhos e processos de sua invenção destinados à utilização da eletricidade na iluminação pública. Neste ano também foi inaugurada na Estação Central da Estrada de Ferro Dom Pedro II, atual Central do Brasil, a primeira instalação de iluminação elétrica permanente. Em 1881, foi instalada, na cidade do Rio de Janeiro, a primeira iluminação externa pública do país em trecho da atual Praça da República.

Em 1940, foi regulamentada a situação das usinas termelétricas do país, mediante sua integração às disposições do Código de Águas. Neste ano, a Usina Termelétrica Piratininga iniciou sua operação. A usina utilizava óleo combustível, e foi a primeira termelétrica de grande porte do Brasil. Hoje, as maiores turbinas a gás podem alcançar 330 MW de potência, com rendimentos térmicos de 42%. Pensando na sustentabilidade ambiental, o gás natural tem sido usado para o desenvolvimento de sistemas energéticos de baixo carbono, pois oferece estabilidade e segurança de suprimento de energia, assim como queima com menos emissões de carbono se comparado ao carvão e aos derivados de petróleo. O maior desafio para o uso de combustíveis fósseis centra-se na pressão internacional para substituição destes, com o intuito de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, dessa forma, diminuir as consequências das mudanças climáticas.

Em 1954 entrou em operação a primeira grande hidrelétrica construída no rio São Francisco, a Usina Hidrelétrica Paulo Afonso I, pertencente à Chesf. A fonte de energia hidrelétrica teve sua potência aumentada com o passar do tempo. No entanto, o princípio básico de funcionamento para produção e transmissão da energia manteve-se inalterado, sendo que o que melhorou foram as tecnologias que

possibilitam a obtenção de maior eficiência e confiabilidade do sistema. A Itaipu Binacional foi um marco para o setor elétrico do Brasil, pois firmou a opção pela energia produzida por meio do aproveitamento da força dos rios, e praticamente dobrou a capacidade do Brasil de gerar energia. Das oito usinas hidrelétricas com maior potência no mundo, duas são brasileiras: Itaipu Binacional (2ª posição), e Tucuruí (4ª posição), sendo esta totalmente brasileira. Destaca-se que a opção brasileira pelas usinas hidrelétricas ocorre pelo seu potencial hidrelétrico, o que faz essa fonte ter vantagem sobre as demais. No entanto, os danos ambientais que esta fonte gera são diversos, como a obrigação de atividades econômicas a jusante, a maximização de doenças por via hídrica e o deslocamento da população e atividades anteriormente localizadas no local em que a construção foi realizada.

O parque gerador nuclear brasileiro é composto por duas usinas localizadas no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. Angra 1 (640 MW), teve sua construção iniciada em 1971 e sua operação comercial iniciada em 1985. Já Angra 2 (1350 MW) entrou em operação comercial em 2001. A usina de Angra 3 (1405 MW), ainda está em construção. Enquanto se espera pela conclusão de Angra III, a expansão da geração nuclear na matriz energética nacional é colocada em pauta, quanto aos prós e contras do país investir em programas de desenvolvimento desta fonte de energia, que pode além da dimensão do planejamento energético, incluir outras estratégias, como o desenvolvimento industrial e tecnológico e as questões regulatórias e ambientais.

Em 1992, em Fernando de Noronha (PE), entrou em operação o primeiro aerogerador instalado no Brasil. Durante os dez anos seguintes, a energia eólica pouco cresceu, em parte pela falta de políticas, mas principalmente pelo alto custo da tecnologia. No final de 2009, ocorreu o primeiro leilão de comercialização de energia voltado para a fonte eólica. Este leilão, denominado Leilão de Energia de Reserva (LER), foi um sucesso com a contratação de 1,8 GW e abriu portas para novos leilões que ocorreram nos anos seguintes.

É menos oneroso gerar eletricidade com o vento do que com usinas nucleares ou movidas a carvão, e, devido aos avanços tecnológicos, a indústria eólica está quase tão competitiva quanto à indústria gerada a gás. As turbinas eólicas sofreram avanços nas últimas três décadas, mas sua arquitetura básica, com rotores de eixo horizontal do tipo hélice compostos por três pás, posicionado a montante das torres, pouco mudou. As mudanças referem-se basicamente ao tamanho

dos equipamentos, e avanço dos materiais, dos processos e na logística. As inovações realizadas visaram o aumento da eficiência, da confiabilidade e da integração com os sistemas elétricos locais, assim como reduzir as perdas na geração.

O crescimento acelerado da energia eólica responde a evolução da tecnologia ocorrida nos últimos 30 anos e a redução dos custos de instalação e geração. Reflete ainda a evolução da indústria de energia eólica mundialmente, incentivada pelas políticas de fomento ao desenvolvimento.

Em 2011, foi inaugurada no município de Tauá (CE) a MPX Tauá, a primeira usina solar fotovoltaica a gerar eletricidade em escala comercial no Brasil. Em 2014, foi realizado o primeiro leilão que contemplou a fonte de energia solar fotovoltaica. Este foi um marco histórico para o setor fotovoltaico brasileiro, representando a primeira contratação da fonte em um leilão federal de energia elétrica no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). A partir de então, a energia solar fotovoltaica tornou-se realidade como uma alternativa energética renovável, limpa e sustentável para o desenvolvimento da matriz elétrica do país.

A geração de energia por meio solar tem se destacado, principalmente com o desenvolvimento da micro e mini geração. Em relação à indústria fotovoltaica, é importante notar que ainda não existe no Brasil uma cadeia produtiva fotovoltaica bem desenvolvida.

Dentre as inovações percebidas no setor tem-se a diversificação das fontes. No início, as usinas térmicas, as usinas a gás natural e as usinas a vapor foram grandes inovações no seu tempo, e mais recentemente as usinas eólicas e solares fotovoltaicas. Outras inovações importantes são a digitalização dos processos, por meio de smart grids, os leilões, as tecnologias que tem permitido transmitir energia de longa distância com alta tensão e que aumentam a geração, e outras que possibilitam aumento de geração hidrelétrica, utilizando as mesmas quedas d'água, além das baterias para armazenamento de energia.

Devido ao apelo sustentável, o incremento das fontes renováveis já está acontecendo, e tem um campo grande e promissor a ser trilhado no país. Cada vez mais se terá plantas solares e eólicas, fazendo com que o setor seja repensado. Embora as fontes renováveis sejam benéficas, elas são intermitentes, e esse é um desafio para P&D e inovação no setor, ou seja, buscar soluções para a intermitência das fontes renováveis. Uma das tendências para o setor elétrico refere-se à mobilidade elétrica, principalmente por questões ambientais.

7 ANEEL, P&D E AS INOVAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

A explanação acerca do Programa de P&D ANEEL (PP&D ANEEL) possibilita compreender de que forma o Governo Federal, por meio de instituições, promove parcerias e cria incentivos à inovação no setor elétrico brasileiro. Desta forma, este capítulo é apresentado com intuito de responder ao terceiro objetivo específico do estudo, por meio da identificação e análise das ações que a ANEEL realiza no intuito de promover a inovação. Para tanto, o capítulo está dividido em: características PP&D ANEEL; resultados PP&D ANEEL; obstáculos para participação do PP&D ANEEL; melhorias sugeridas para o programa; contribuições do PP&D ANEEL para as empresas; comparação entre PP&D ANEEL e outros programas de incentivo; políticas de incentivo; e por fim, a síntese conclusiva, que trata de forma resumida os pontos mais relevantes do capítulo.

De acordo com Mazzucato (2014) o Estado tem papel fundamental quanto à promoção de inovação. Nesse sentido, Lopes (2015) afirma que é o Estado que define as formas institucionais que possibilitam a criação de incentivos para o desenvolvimento e dissipação das inovações. O Estado, por meio da ANEEL, mediante a Lei nº 9.991/2000, alterada pela Lei nº 12.212/2010, obriga as empresas de energia elétrica a investirem em P&D e inovação.

O PP&D ANEEL, instrumento utilizado para promover a inovação no setor, já resultou diversos projetos de P&D, artigos científicos e inovações. De acordo com Castro et al. (2016), empresas do setor elétrico, por meio do PP&D ANEEL, investiram aproximadamente R\$ 3,5 bilhões em projetos, no período de 2000 a 2007, e R\$ 5 bilhões entre 2008 e 2015, sendo estes valores relevantes para o setor elétrico brasileiro do ponto de vista quantitativo.

Algumas avaliações do programa foram realizadas ao longo dos 18 anos de existência do mesmo. Destacam-se o estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), realizado em 2011, que analisou os impactos e resultados do programa de P&D no período 2000-2007, evidenciando a abrangência da rede de pesquisa formada pelo programa; e do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) em dois momentos: o primeiro, realizado em 2015, que identificou os obstáculos e desafios no processo de pesquisa e desenvolvimento e produção da inovação no SEB, formulando recomendações para diminuir problemas referentes à pesquisa; e o segundo, em 2017, que identificou os projetos

submetidos ao PP&D ANEEL quanto às temáticas pesquisadas, e realizou uma prospecção acerca dos estudos futuros no setor elétrico.

Em 2016 o Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), e a Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) ambos do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, iniciaram projeto de P&D com duração de dois anos de execução, sob o título “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008 - 2015: formulação de propostas de aprimoramento”, com o objetivo de avaliar os resultados e impactos do PP&D da ANEEL, e formular proposições e medidas de inovações regulatórias e de políticas públicas para o aperfeiçoamento do PP&D, dentro de uma visão sistêmica.

Autores como Jannuzzi (2005), Salles-Filho et al. (2007), Quandt, Silva Jr. e Procopiuk (2008) e Guedes (2010) estudaram a respeito do Programa de P&D regulado pela ANEEL. Jannuzzi (2005) pesquisou a respeito da criação do programa e analisou seus primeiros resultados. O autor enumera mudanças importantes ocorridas no setor, como a privatização, a ampliação dos níveis de concorrência e a criação da ANEEL, e afirma que é pouco provável que as iniciativas voltadas para a eficiência energética e as atividades P&D teriam ocorrido, em mesma medida, sem as imposições regulatórias de 1998 e sem a Lei nº 9.991/2000, e suas alterações.

Salles Filho et al. (2007) descreveram uma ferramenta de apoio à decisão para alocação de recursos do programa, criada por pesquisadores da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), e o analisaram utilizando dados disponíveis neste software. Os autores relataram que “à medida que o programa evolui, o estoque de oportunidades de projetos incrementais, de mais baixo valor e curta duração, está dando lugar a projetos mais densos, mais voltados a problemas complexos, e de tempo de atuação mais longo”.

Quandt, Silva Jr. e Procopiuk (2008) analisaram a inserção dos projetos oriundos dos investimentos obrigatórios na estratégia empresarial, bem como as suas implicações para a inovação no setor e seus resultados. Os autores concluíram que os projetos atendem a demandas internas das empresas e suas necessidades operacionais, dando pouca importância a fatores como melhoria do desempenho e geração de novos produtos, serviços ou negócios. Sendo assim, os resultados permitem concluir que a inovação não está inserida na estratégia competitiva das empresas do setor.

Guedes (2010) avaliou a percepção dos agentes a respeito do programa, cujos resultados indicam que o modelo de investimentos diretos em P&D pelas empresas tem se convertido em benefícios para o setor de energia elétrica. A autora destaca que os principais resultados percebidos do programa são: superação do contingenciamento crônico dos recursos destinados aos fundos setoriais, determinação legal de que parte dos recursos deveria ser investida diretamente pelas empresas do setor elétrico, sem intermediação governamental. Consistiu em um importante avanço, haja vista que são essas empresas as maiores detentoras do conhecimento acerca dos gargalos tecnológicos do setor.

Na seção 7.1, serão apresentadas particularidades do PP&D ANEEL, com base em documentos públicos, tais como “Inovação Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro”, realizado pelo IPEA, “Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à P&D&I do setor elétrico brasileiro/ 2015” do CGEE, e “Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro/2017” do CGEE, além de entrevistas realizadas (por esta pesquisadora e pelo GESEL) com gerentes de P&D de empresas geradoras de energia elétrica, de uma secretaria de inovação e de um centro de pesquisa em energia elétrica, ambos de uma universidade federal brasileira. O intuito da análise é responder à questão de pesquisa “De que forma as instituições tem incentivado ou promovido inovação no setor elétrico brasileiro?”

7.1 CARACTERÍSTICAS DO PP&D ANEEL

Com a Lei nº 9.991/2000, inaugurou-se no Brasil o marco legal do PP&D ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição seriam inseridas nas atividades de P&D. Para tanto, foram criadas redes de parcerias com empresas de base tecnológica e núcleos de pesquisa de ICTs (ANEEL, 2012).

Com base no artigo 1º da Lei nº 9.991/2000, as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica ficaram obrigadas a aplicar, todo ano, no mínimo 0,75% da Receita Operacional Líquida (ROL) em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e 0,25% em Eficiência Energética (EE) no uso final, devendo ser observado o período de transição destes percentuais (ANEEL, 2012).

As concessionárias de geração, as autorizadas à produção independente de energia elétrica e as concessionárias de transmissão ficaram obrigadas a aplicar, anualmente, no mínimo 1% da ROL em P&D do setor elétrico. No entanto, ficaram excluídas dessa

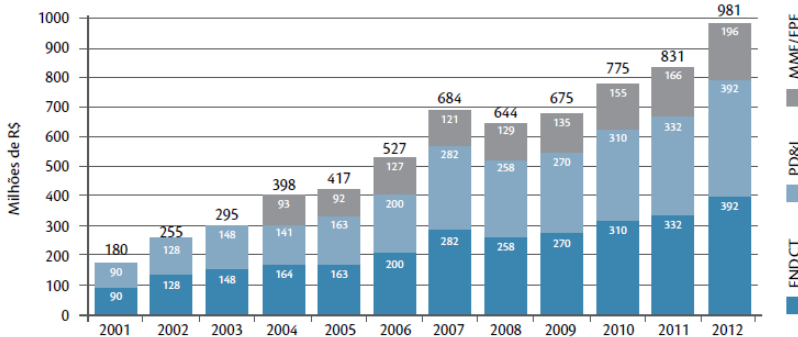
obrigatoriedade as empresas que geram energia somente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada (ANEEL, 2012). Outros detalhes do PP&D ANEEL foram apresentados no capítulo 4, seções 4.3.1.1 e 4.3.1.2 desta tese.

7.1.1 Distribuição dos recursos destinados pelas empresas ao PP&D ANEEL

Os recursos das empresas, destinados às ações de P&D, são distribuídos entre o FNDCT (40%), o MME/EPE (20%) e os projetos de pesquisa das empresas (40%), como podem ser observados no Gráfico 6.1. Pode-se dizer que o montante de recursos a ser aplicado no FNDCT é semelhante ao aplicado pelas empresas, no entanto, os recursos do FNDCT estão concentrados em apenas uma conta gerenciada pela Finep (CGEE, 2015).

Depois que a empresa informa à ANEEL o valor obrigatório, definido por lei, é necessário realizar os depósitos nas diferentes contas, como mostra o Gráfico 7.1 (CGEE, 2015).

Gráfico 7.1: Distribuição dos recursos destinados ao PP&D ANEEL



Fonte: CGEE (2015)

De acordo com a Nota Técnica da Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais do MCTI a respeito dos procedimentos de aporte de recursos do CT-Energ para outras ações do FNDCT (CT-Energ 143, de 30 de outubro de 2012), os recursos financeiros depositados pelas empresas do setor elétrico no FNDCT são assim realizados:

- 20% do recurso anual são gastos pelo governo federal em ações não relacionadas com o setor elétrico, devido à interpretação de que o recurso arrecadado ao FNDCT tem caráter de uma Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) e, portanto, passível de aplicação da Emenda Constitucional (EC) no 68/2011, a qual permite a Desvinculação de Receita da União (DRU). Essa EC está em vigor até dezembro de 2015;
- Outros 20% do recurso anual são imediatamente transferidos para a contabilidade do Fundo Setorial de Infraestrutura (CT-Infra), os quais são aplicados na modernização e ampliação da infraestrutura e nos serviços de apoio à pesquisa desenvolvida em instituições públicas de ensino superior e pesquisas brasileiras. Esse repasse foi definido pela Lei n.º 10.197, de 14 de fevereiro de 2001, e regulamentado pelo Decreto n.º 3.807, de 26 de abril de 2001.

O valor resultante, depois das duas deduções citadas sobre o valor arrecadado, é a base para o acordo técnico-político entre o MCTI e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) (CGEE, 2015).

O limite máximo de execução dos recursos financeiros para PD&I do setor elétrico depositado pelas empresas na conta do FNDCT compreende o orçamento que é enviado ao Congresso Nacional para aprovação. Depois de aprovado, o limite de execução fará parte da Lei Orçamentária Anual (LOA) que é aprovada no primeiro trimestre do ano. Observa-se que apenas uma parte (40%) do valor destinado à inovação por meio do PP&D ANEEL, é de fato destinada à P&D e inovação.

7.1.2 Contratos

Colaboração e parcerias são difíceis de serem colocadas em prática, uma vez que demandam uma série de barreiras internas e externas dos agentes. Para tanto, são necessários profissionais capacitados, infraestrutura e ferramentas para sistematizar o processo (ZIVIANE; FERREIRA, 2013).

As empresas geradoras participantes deste estudo declararam por meio de seus gerentes de P&D que desenvolvem trabalhos de P&D junto a universidades públicas. No entanto, segundo o gerente da Empresa EG3 “A inovação tem sido considerada estratégica, com isso tem sido desenvolvida dentro de casa”, ou seja, as empresas têm internalizado os processos de inovação, ficando restritas à empresa as

partes estratégica e tática. Em contrapartida, as funções operacionais podem ser terceirizadas. Nesse sentido, buscam-se serviços terceirizados, ou mais especializados, para atividades específicas, como prospecção tecnológica e definição de temas para pesquisa, sendo que nesses casos, são consultados especialistas, fabricantes e universidades. (EG3)

O gerente EG2 contou que a cadeia de projetos da empresa era plurianual. A empresa abria a chamada para projetos com assuntos não definidos previamente. Então, as universidades e centros de pesquisa enviavam projetos com os temas que preferiam para a empresa. Os projetos que eram selecionados tornavam-se projetos de P&D. Eram projetos não direcionados. Com o tempo, a busca por projetos foi modificada, ou seja, a empresa pretende trabalhar e investir em projetos estratégicos, realizando chamadas direcionadas.

As parcerias de pesquisa realizadas entre empresas, universidades e governos são realizadas e registradas por meio de contratos. Segundo Coase (1937), é importante que se considere as transações e seus respectivos custos, além da incerteza e da racionalidade limitada dos agentes quando da elaboração de contratos.

Os contratos realizados entre os centros de pesquisa das universidades e as empresas do setor elétrico são motivados por editais da ANEEL. Um professor é contratado como consultor, primeiramente para uma pesquisa pontual, e posteriormente, para desenvolver um projeto de P&D. As atividades são executadas conforme consta no plano de trabalho específico de cada pesquisa, todos por meio de contratos, em que a empresa contrata a universidade, tendo esta, obrigações a cumprir. (SI)

Os contratos tramitam por todas as instâncias da universidade. Nascem com o interesse do pesquisador e da empresa, e depois o setor responsável realiza a negociação das cláusulas, recebe um parecer técnico, encaminha pra procuradoria a fim de receber o parecer jurídico, é levado à pró-reitoria de pesquisa que indicará o interesse da universidade nesse tipo de acordo, e finalmente será dirigido para a assinatura do gabinete. Todos os contratos realizados com o setor elétrico são tramitados dentro da universidade, firmados, registrados e publicados no diário oficial da união. (SI)

De acordo com o diretor do Centro de Pesquisa, os projetos de pesquisa são oficializados por meio de contratos tripartites, entre empresa, fundação e universidade. Segundo ele, até o momento todos os contratos foram cumpridos. Houve adiamento de prazo, mas por tempo

de realização das atividades necessárias, e não por falta de recursos. Segundo Williamson (1975), algumas mudanças se tornam, por vezes, necessárias durante um contrato, devido à racionalidade limitada dos agentes e a incerteza, em que algumas questões não são identificadas *ex-ante*, emergindo da necessidade de controle e de adaptações dos contratos.

Os projetos de P&D somente são aprovados se os mesmos forem aceitos pelo departamento ao qual o professor responsável pertence. É um acordo entre os pares. A partir desse aceite, o projeto iniciará sua trajetória de aprovação pelos setores da universidade. Isso ocorre em função das bolsas de pesquisa, em função da forma pela qual os recursos ou benefícios serão revertidos em prol do departamento responsável pela pesquisa. A universidade cobra uma porcentagem do valor total do projeto, pois ela oferece os laboratórios e realiza o pagamento dos salários dos professores, e o restante dos recursos são encaminhados para o departamento. Segundo o entrevistado, não há quebra de contratos. O sigilo dos projetos é respeitado, e no Diário da União são publicados apenas os contratos, e não os planos de trabalho. (SI)

7.2 RESULTADOS DO PP&D ANEEL

De acordo com a OECD (1997), as atividades de P&D buscam compreender o trabalho criativo de forma sistemática com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimentos, seja do homem, da cultura e da sociedade, e o uso desses conhecimentos para prever novas aplicações. Sendo assim, os resultados de P&D são a geração de conhecimentos, tanto de pesquisa básica como de pesquisa aplicada (provenientes de aplicações específicas) (FREEMAN; SOETE, 2008), e de desenvolvimento de novo produto, adaptação de produto, engenharia de apoio ao produto e engenharia de processo (KHUARANA, 2006).

Kruglianskas (1991) discorre que o esforço de P&D pode resultar no aperfeiçoamento de produtos e processos, busca de novas aplicações para os produtos já existentes, assessoria técnica às outras áreas da organização e capacitação de recursos humanos em estratégias novas.

A mensuração dos resultados do PP&D ANEEL quanto à inovação é essencial para avaliar se os esforços estão gerando resultados. De acordo com estudos do GESEL, no período de 2008 a 2015, os recursos utilizados para as atividades de inovação / P&D tiveram origens diversas.

Observa-se, por meio da Tabela 7.1, que nas empresas entrevistadas pelo GESEL, 67% da pesquisa básica é realizada com recursos do PP&D ANEEL, assim como ocorre com 78% da pesquisa aplicada e 89% de pesquisas em desenvolvimento experimental. Dos projetos realizados, os que tiveram inserção de produtos no mercado foram realizados com recursos PP&D ANEEL somente. Percebe-se que o maior percentual de recursos gastos em pesquisas, em todos os tipos de atividade, é proveniente do PP&D ANEEL.

Tabela 7.1: Tipo de atividade inovativa e origem dos recursos utilizados

Tipo de atividade	PP&D ANEEL	Outros recursos	PP&D ANEEL + Outros recursos	Atividade não realizada pelas empresas
Pesquisa Básica	67%	0%	6%	28%
Pesquisa Aplicada	78%	11%	11%	0%
Desenvolvimento Experimental	89%	0%	11%	0%
Cabeça de Série	50%	0%	6%	44%
Projeto Industrial ou Desenho Industrial	39%	0%	11%	50%
Lote Pioneiro	33%	6%	6%	56%
Inserção no Mercado	28%	0%	0%	67%
Aquisição de Máquinas e Equipamentos	50%	11%	33%	6%
Aquisição de Outras Tecnologias	50%	6%	28%	17%

Fonte: Pesquisa GESEL (2018).

De acordo com a Planilha de Lista de Projetos de P&D na Resolução Normativa 316/2008, a quantidade de projetos considerados como pesquisa básica é pequena, uma vez que somam 122 de um total de 2006 projetos. Sendo assim, entende-se que a maior parte dos projetos de P&D e inovação, desenvolvidos pelas empresas pesquisadas, estão ligadas a atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Dessa forma, destaca-se que as fases iniciais e finais do ciclo de inovação não tem destaque na utilização dos recursos do Programa de P&D da ANEEL. Etapas da fase final do ciclo de inovação

apresentam baixa taxa de investimento dos recursos provenientes do PP&D ANEEL, sendo projeto industrial ou desenho industrial (39%); lote pioneiro (33%) e inserção no mercado (28%).

7.2.1 Projetos realizados no período de 2000 a 2007

A análise realizada pelo IPEA em 2011 avaliou os projetos no período de 2000 a 2007, analisando os impactos e resultados do programa de P&D, evidenciando a abrangência da rede de pesquisa formada pelo programa. No período entre 2000 e 2007 o PP&D ANEEL movimentou R\$ 1,42 bilhão, em aproximadamente 2,4 mil projetos. O valor médio anual dos investimentos corresponde cerca de 3% dos investimentos federais em P&D. Esse valor é significativo para os padrões internacionais, uma vez que nos Estados Unidos os investimentos públicos em pesquisa energética correspondem a aproximadamente 1% do total dos investimentos federais em P&D. Sendo assim, se os recursos forem destinados corretamente, podem auxiliar o desenvolvimento da pesquisa brasileira em áreas estratégicas para o setor (POMPERMAYER et al., 2011).

De acordo com Pompermayer et al. (2011), os projetos dizem respeito a um conceito amplo de P&D, sendo que alguns podem ser considerados P&D stricto sensu, que mesmo que sejam inovadores, não são especificadamente de P&D; e também projetos com características gerenciais, que, pelo Manual de Oslo, não se enquadrariam como inovadores.

Há pouca participação de empresas fornecedoras do setor elétrico no programa, pois entre mais de 2,4 mil projetos que participam do programa, pouco mais de 450 têm a participação de empresas. Das 288 empresas que participaram do programa, somente 27 são relacionadas ao setor elétrico, ou seja, são fornecedoras de equipamentos e fabricantes de produtos elétricos (POMPERMAYER et al., 2011).

Guedes (2010) discorre que no Brasil, o esforço de pesquisa no setor elétrico iniciou somente no período da Ditadura Militar, sendo que os motivos eram a dependência externa brasileira e o processo de substituição de importações, que internalizava a produção sem desenvolver estrutura tecnológica própria. Segundo Cabello e Pompermayer (2011), a dinâmica de inovação brasileira está relacionada com o arranjo institucional do setor elétrico. Sendo assim, o atraso tecnológico do país deve-se à presença de empresas estrangeiras desde o século XX.

Entre 2000 e 2007, a maioria dos projetos foi de desenvolvimento, envolvendo inovações incrementais, que somaram 48 projetos. Estes procuraram solucionar problemas como identificação de causa de falhas em estruturas e sistemas elétricos, enquanto que os projetos classificados com inovação na fronteira tecnológica compreenderam apenas sete projetos (CABELLO; POMPERMAYER, 2011).

Segundo o IPEA (2012), das 180 empresas analisadas, 87 participavam de outros grupos de pesquisa ou tinham cultura de inovação. As outras empresas não desenvolviam projetos de P&D antes da Lei nº 9.991/2000. O programa compreendeu 23.418 postos de trabalho, sendo que desse quantitativo, 8.724 correspondem a pesquisadores, coordenadores e gerentes dos projetos. Foram mobilizados aproximadamente 2.500 doutores nas pesquisas. De forma geral, Pompermayer et al. (2011) relatam que o PP&D ANEEL incentivou a interação das concessionárias de energia elétrica com as instituições de pesquisa, mas não conseguiu formar uma rede de pesquisa com empresas relacionadas ao setor elétrico.

7.2.2 Projetos realizados no período de 2007 a 2012

Em 2015, o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) realizou uma análise referente aos projetos submetidos ao PP&D ANEEL no período de 2007 a 2012. Neste trabalho, foram identificadas peculiaridades dos projetos além dos obstáculos e desafios no processo de pesquisa e desenvolvimento e produção da inovação no SEB, sendo ainda formuladas recomendações para diminuir problemas referentes à pesquisa.

A partir de 2008 a ANEEL modificou a forma de aprovação e reconhecimento dos investimentos em pesquisa (ANEEL, Resolução Normativa nº 316/2008). Até então, as empresas submetiam as propostas de projetos de pesquisa à ANEEL, informando os objetivos, equipe, cronograma de execução e orçamento. Então, após avaliação, a ANEEL, aprovava as propostas de projetos que atendiam à regulação vigente no Manual de P&D. No final da execução, um relatório final era enviado à agência, que fiscalizava os gastos incorridos (CGEE, 2015).

A nova forma de avaliação dos projetos, após 2008, dá-se apenas ao final da execução dos projetos cadastrados, depois que a empresa apresenta os relatórios técnicos e financeiros e tem por finalidade o reconhecimento do investimento realizado. Então, a ANEEL verifica os

relatórios e, se o projeto executado foi considerado um projeto de P&D, a agência avalia o relatório financeiro e, se aprovado, reconhece o recurso utilizado na investigação, e o subtrai do saldo da conta de P&D. Caso o valor reconhecido pela ANEEL for diverso do custo de execução do projeto, a empresa deverá realizar o estorno do montante relativo à diferença para a conta de P&D (ANEEL, Res.Nor. nº 316/2008) (CGEE, 2015).

Também houve alteração no valor dos projetos a partir da publicação da Resolução 316/2008. Comparando a regulação antes de 2008 e após este ano, observa-se que foram cadastrados, em 2007, 440 projetos que totalizavam R\$ 268,6 milhões. Em 2007, aproximadamente 85% desses projetos, tinham valor inferior a R\$ 1 milhão. Já em 2008, sob a regulação da Resolução 316/2008, somente 34 novos projetos foram cadastrados, que somaram R\$ 44,3 milhões, com valor médio de R\$ 1,3 milhão por projeto (CGEE, 2015).

A diminuição do número de projetos pode ter ocorrido devido à expectativa da mudança institucional ocorrida e anunciada pela ANEEL. Em 2008, aproximadamente 75% dos projetos possuíam valor inferior a R\$ 1 milhão. Já em 2012, 504 projetos foram registrados na Aneel, totalizando R\$ 1,987 bilhão e valor médio de R\$ 3,9 milhões por projeto. Aproximadamente 33% desses projetos possuíam valor inferior a R\$ 1 milhão. Sendo assim, o volume de recursos investidos e os valores médios apresentaram aumento relevante. A quantidade de projetos cadastrados também aumentou, mas em uma proporção menor, o que pode indicar que as empresas preferiram realizar projetos com valores individuais maiores, diante da nova resolução. A Tabela 7.2 exemplifica essa mudança (CGEE, 2015).

Tabela 7.2: Comparação do número de projetos e seus valores

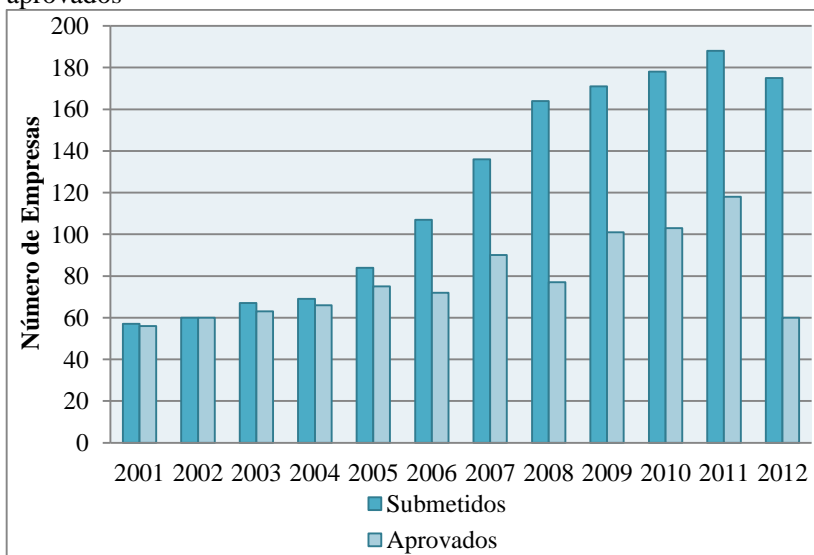
Intervalo de valores em milhões de R\$	Número de projetos registrados por ano					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
>1	369	26	157	305	189	161
1 a 5	68	6	129	243	253	287
5 a 10	3	1	11	12	18	30
10a 15	0	1	0	4	8	4
15 a 20	0	0	1	0	4	5
20 a 30	0	0	3	3	4	6
30 a 40	0	0	0	1	0	3
40 a 50	0	0	0	0	3	3
>50	0	0	0	0	2	5
Número total de projetos	440	34	301	568	481	504

Fonte: CGEE (2015)

Por meio da Tabela 7.2, observa-se que quando se compara o número de projetos por faixa e valor, em 2007 a maioria dos projetos tinha valor menor que R\$ 1 milhão, já em 2012, a maioria estava entre R\$ 1 milhão e R\$ 5 milhões, sendo 5,7% da soma de projetos de 2012 na faixa de valor superior a R\$ 10 milhões (CGEE, 2015).

O número de empresas que submetiam projetos ao PP&D ANEEL era crescente até 2011. Depois de 2012, o quantitativo passou a decair. Esse fato pode, em certa medida, ser devido ao fato de que os projetos apresentados tornaram-se complexos, e as empresas que antes submetiam projetos individualmente passaram a apresentar projetos consorciados em parceria com outras empresas, dividindo o risco (CGEE, 2015). O número de empresas que participaram do PP&D ANEEL no período de 2001 a 2012 pode ser observado no Gráfico 7.2.

Gráfico 7.2: Projetos submetidos ao PP&D ANEEL e projetos aprovados



Fonte: ANEEL (2014).

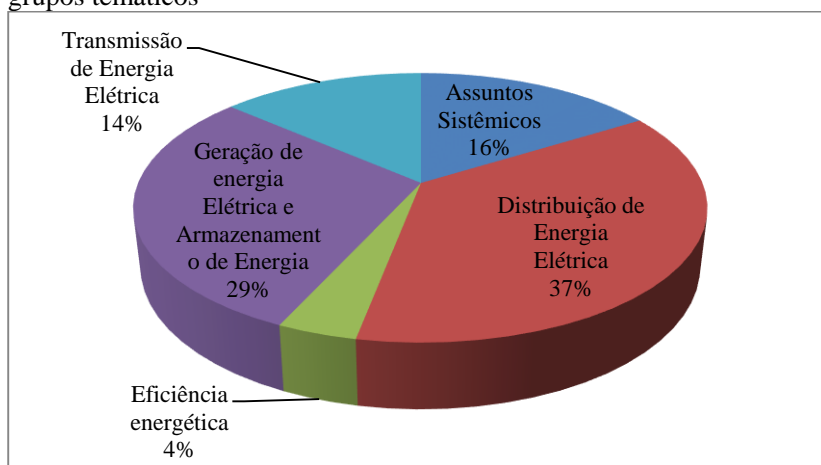
Por meio do Gráfico 7.2, é possível observar que o número de empresas participantes do Programa de P&D ANEEL triplicou de 2001 para 2012. No entanto, o número de projetos aprovados é inferior quando se compara proporcionalmente. A partir de 2008, os projetos

aprovados representavam praticamente metade dos submetidos. Isso se deve a mudança do regimento do PP&D ANEEL, que a partir de 2008 passou a avaliar os projetos somente ao final da execução dos mesmos, depois que a empresa apresenta os relatórios técnicos e financeiros.

7.2.3 Projetos entre 2008 a 2016

Em 2017 o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), realizou uma análise referente aos projetos submetidos ao PP&D ANEEL no período de 2008 a 2016, intitulado “Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro: diagnóstico de CT&I”. A pesquisa compreende estudos acerca de assuntos sistêmicos, distribuição de energia elétrica, eficiência energética, geração de energia elétrica e armazenamento de energia (sendo que essas duas são tratadas conjuntamente), e transmissão de energia elétrica. Para esta tese, serão relevantes as análises referentes à geração de energia elétrica e armazenamento de energia. Os projetos de P&D podem ser visualizados no Gráfico 7.3.

Gráfico 7.3: Percentual dos projetos P&D ANEEL classificados nos grupos temáticos



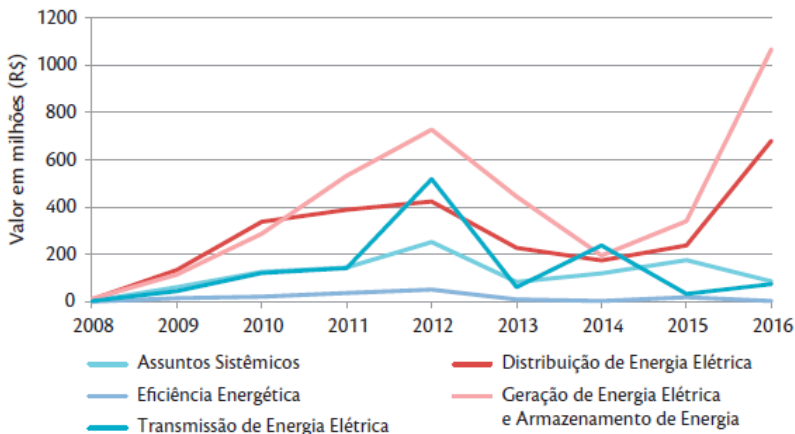
Fonte: CGEE (2017).

Por meio do Gráfico 7.3, observa-se que o maior número de projetos registrados no PP&D ANEEL no período de 2008 a 2016

refere-se à distribuição de energia, num percentual de 37%, seguido de 29% para geração e armazenamento de energia.

Embora tenha menor número de projetos, o Grupo Geração apresentou maior grau de investimento, sendo da ordem de R\$ 700 milhões em 2012, com baixa em 2014, para R\$ 200 milhões, voltando a crescer em 2016, fechando em R\$1.100 milhões. O Gráfico 7.4 mostra esses números.

Gráfico 7.4: Investimentos nos projetos PP&D ANEEL em cada grupo

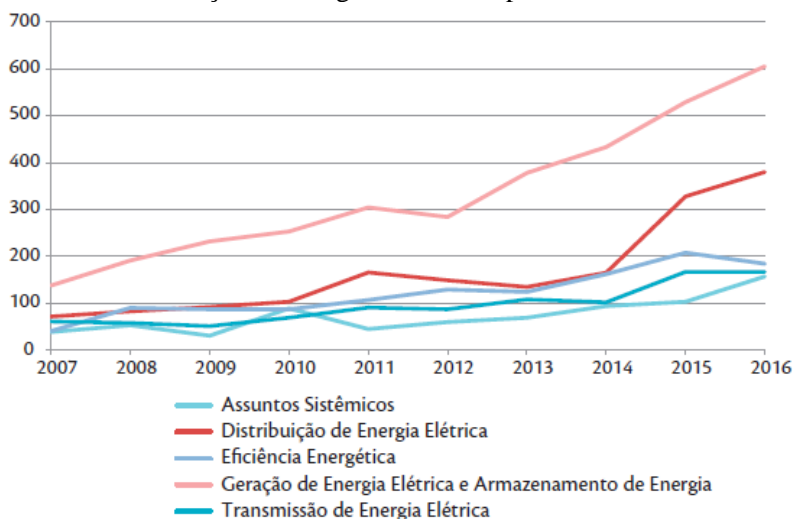


Fonte: CGEE (2017).

O valor expressivo de investimentos em 2012 deve-se ao lançamento de projetos estratégicos direcionados para geração eólica e fotovoltaica. Da mesma forma, o aumento significativo ocorrido de 2014 para 2016 pode ser consequência das chamadas de projetos estratégicos realizadas pela ANEEL, referente aos temas Geração Heliotérmica e Armazenamento de Energia, resultando em propostas com altos valores de investimento (CGEE, 2017).

No que se refere à produção de artigos científicos produzidos no Brasil, observa-se no Gráfico 6.5 que o Grupo de Geração e Armazenamento de Energia está em constante produção, atingindo em 2016, 600 artigos. Esse número é bastante superior aos estudos realizados em outros grupos, uma vez que o grupo Distribuição, que tem maior número de projetos submetidos, como mostra o Gráfico 7.3, não chega na marca de 400 trabalhos (CGEE, 2017).

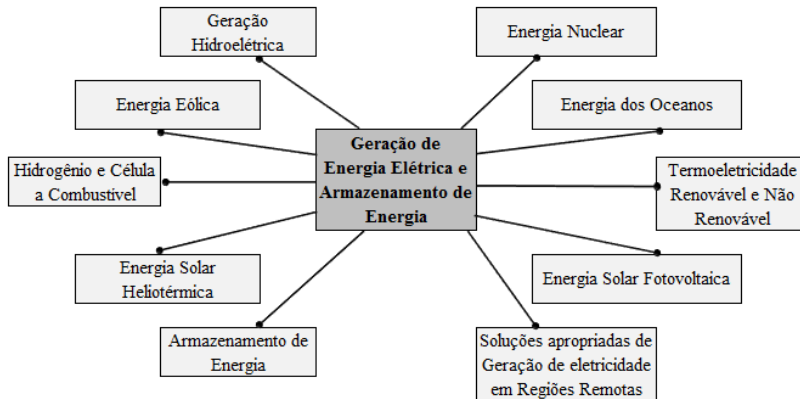
Gráfico 7.5: Evolução dos artigos científicos produzidos no Brasil



7.2.3.1 Temas mais pesquisados

O grupo temático Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia diz respeito às fontes energéticas e às formas de geração de energia elétrica, assim como os meios de armazenamento de energia quanto à pesquisa, desenvolvimento e inovação. Também se refere aos sistemas de geração e armazenamento relacionados à geração em regiões remotas, tecnologias de planejamento, implantação, operação e manutenção de usinas. O grupo é dividido em macrotemáticas, que podem ser visualizadas na Figura 7.1.

Figura 7.1: Macrotemáticas do GT Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia



Fonte: CGEE (2017).

As temáticas às quais as macrotemáticas se referem, assim como os estudos futuros referentes às mesmas, estão elencadas no Quadro 7.1.

Quadro 7.1: Temáticas Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

Macrotemáticas	Temáticas e pesquisas futuras
Energia eólica	Refere-se às possibilidades de P&D&I relacionadas ao processo de conversão da energia cinética dos ventos em energia elétrica, tecnologias de previsão e planejamento da operação, implantação, manutenção, monitoramento e operação do parque gerador.
	Pesquisas deverão ser realizadas com objetivo de mitigar a geração de ruídos, desenvolvendo rotores por meio de novos materiais, permitindo maior diversidade de aerogeradores, menos ruidosos e com maior eficiência.
Energia Nuclear	Aborda possibilidades de PD&I no processo de conversão da energia térmica, produzida por meio da fissão do urânio, em energia elétrica. Contempla diversos tipos de reatores nucleares, combustíveis, materiais avançados e de alta pureza, segurança, operação, manutenção e descomissionamento de usinas nucleares.

Continua...

Continuando...

<p>Termoeletricidade renovável e não renovável</p>	<p>Trata das possibilidades de PD&I sobre os sistemas de conversão utilizados na geração termoeletrica (motores alternativos, ciclos a turbinas e sistemas de cogeração), tecnologias de O&M e geração de ativos, assim como o PD&I na produção, os melhoramentos e os potenciais energéticos de combustíveis, sejam eles biomassa, resíduos sólidos urbanos e combustíveis fósseis.</p>
	<p>Os assuntos abordados referem-se ao uso da bioenergia, ao processamento e à produção de insumos energéticos (elevação da capacidade calorífica), às tecnologias de combustão, ao uso de sistemas de cogeração, O&M avançados e ao uso combinado dos sistemas térmicos com outras tecnologias de geração via fontes renováveis.</p>
<p>Energia dos Oceanos</p>	<p>Trata da conversão dos diversos recursos oceânicos em energia elétrica, considerando a energia das ondas, amplitude das marés, correntes e marés oceânicas, gradiente de temperatura e gradiente de salinidade.</p>
	<p>Já em relação à macrotemática Energia dos Oceanos, a atividade de P&D tem desenvolvido soluções viáveis para o uso de usinas oceânicas na costa brasileira, como o uso de materiais resistentes à fadiga e à corrosão. Quanto ao local de instalação, este deve ser estratégico, aproveitando ao máximo a energia disponível pelo oceano, cuidando para não prejudicar rotas migratórias e berçários naturais. A geração de ruído e o risco de contaminação por agentes químicos poderão ser minimizados.</p>
<p>Energia Solar Fotovoltaica</p>	<p>Aborda a conversão da energia irradiada pelo sol em energia elétrica, pelo efeito fotoelétrico. Os estudos versam sobre componentes dos sistemas fotovoltaicos, como módulo de silício cristalino, módulo de filmes finos, módulo de tecnologias emergentes e BoS – sistema de monitoramento e operação, sobre recurso solar e sobre aplicação dos sistemas fotovoltaicos na GD, central fotovoltaica e em sistemas isolados.</p>

Continua...

Continuando...

Energia Solar Heliotérmica	Trata de possibilidades de PD&I no processo de conversão da energia irradiada pelo sol em energia elétrica, por meio da concentração solar (CSP) na geração de vapor. Envolve estudos sobre os sistemas CSP (sistema heliotérmico de linha focal, ponto focal e tecnologias auxiliares à geração heliotérmica – armazenamento de energia, GD, química solar e hibridização) e sobre o mapeamento do recurso solar.
Energia Nuclear	Devido ao fato da Energia Nuclear necessitar de grande fluxo de água para realizar a troca de calor no ciclo de geração termoeleétrica da usina, esta macrotemática terá suas pesquisas voltadas à redução dos impactos da geração de calor sobre o ambiente, aumentando a eficiência do ciclo termodinâmico e da cogeração das atividades auxiliares da usina.
Geração de Eletricidade em Regiões Remotas	Contempla possibilidades de PD&I de tecnologias usadas na geração de energia elétrica em regiões remotas. Consideram-se as soluções para a geração em sistemas isolados, para geração concentrada e geração descentralizada, e em sistemas conectados ao SIN (tecnologias para a geração de ponta de rede e GD rural).
	A P&D tem focado na configuração de sistemas híbridos de geração e armazenamento de energia. Considera-se a utilização eficiente de insumos disponíveis, com segurança e qualidade no atendimento das regiões beneficiadas, visando à conservação do meio ambiente.
Armazenamento de Energia	Refere-se às possibilidades de PD&I sobre tecnologias de armazenamento de energia, principalmente os tipos eletroquímicos (baterias), mecânicos, elétricos, químicos e térmicos, assim como as possibilidades de PD&I sobre as tecnologias de O&M dos sistemas de armazenamento.

Continua...

Continuando...

<p align="center">Armazenamento de Energia</p>	<p>O Armazenamento de Energia é uma solução para diminuir os impactos relativos à geração de energia elétrica no meio ambiente. Para tanto, as atividades em P&D tem auxiliado na caracterização de sistemas de armazenamento modulares e de grande porte (como reservatórios hidráulicos) para atenderem à demanda dos variados sistemas de geração. As tecnologias de integração entre os sistemas de armazenamento e os sistemas de geração, serão importantes para a operação na geração de eletricidade. Também é fundamental o desenvolvimento de usinas reversíveis, que possibilitam maior segurança e flexibilidade ao despacho de energia.</p>
<p align="center">Geração Hidroelétrica</p>	<p>Aborda desenvolvimentos de PD&I referentes à conversão da energia hidráulica em energia elétrica, os diversos tipos de usinas hidráulicas, considerando o tipo de reservatório e a capacidade de produção de energia.</p>
<p align="center">Geração de energia elétrica via hidrogênio e célula a combustível</p>	<p>Possibilidades de PD&I sobre geração de eletricidade por meio de hidrogênio via célula a combustível, sendo considerado também o uso da célula a combustível por meio do uso de outros insumos energéticos, mas com menor destaque.</p> <p>As pesquisas terão como tema a utilização de sistemas de cogeração para a produção do hidrogênio, fazendo com que a tecnologia via célula a combustível se torne mais competitiva e favorável à manutenção do meio ambiente. A utilização de tecnologias como a química solar (heliotérmica aplicada à produção de combustível) favorecerá o uso de células a combustível que trabalhem com outros insumos, além do hidrogênio.</p>

Fonte: Elaboração própria com base em CGEE (2017).

A P&D é essencial para diminuir os danos gerados ao meio ambiente. Segundo CGEE (2017), estima-se que em 2050, 34% da energia elétrica gerada no mundo será derivada das fontes renováveis, resultando na diminuição dos atuais 500gCO₂/kWh para 40 gCO₂/kWh de energia consumida (IEA-ETP 2016). No Brasil, esse cenário pode ser copiado devido à natureza renovável da matriz elétrica nacional e ao

desenvolvimento tecnológico dos sistemas de geração. Segundo Tolmasquim (2012), o Brasil é conhecido mundialmente por sua capacidade de geração elétrica, pela dimensão de seu sistema integrado de transmissão de energia elétrica e pela geração de energia ser, em grande parte, proveniente de fontes renováveis.

Estados Unidos é o país que mais publica artigos na temática geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia, seguido da China, Coréia do Sul, Japão e Alemanha. O Brasil, quando comparado com os países do G20, ocupa a 14ª posição no ranking de publicação desta temática. O Brasil atingiu posições mais relevantes na produção de trabalhos referentes à Termoeletricidade Renovável e Não renovável (nona posição) e à energia nuclear (décima segunda posição) quando comparado com outros países, possivelmente devido às preocupações com o ambiente que estavam embutidas na política energética brasileira nas últimas duas décadas.

No Quadro 7.2, podem ser observados os temas aos quais as pesquisas realizadas mundialmente na macrotemática Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia tem se referido.

Quadro 7.2: Concentração das linhas de P&D a nível mundial

Geração de Energia elétrica e Armazenamento de Energia	Concentração das linhas de P&D a nível mundial
Geração termelétrica	Tecnologias de captura de carbono; mitigação de emissões; aumento da eficiência dos ciclos termodinâmicos; aproveitamento de resíduos térmicos (cogeração); uso de novos combustíveis de natureza renovável e aumento da eficiência de processos de queima.
Energia Solar	Aumento da eficiência das placas solares; diminuição dos custos da tecnologia ao consumidor final (sistemas mais eficientes de fabricação); pesquisas voltadas à integração dos sistemas fotovoltaicos a outras fontes de energia e o aumento da confiabilidade (manutenção da eficiência no domínio do tempo).
Geração Heliotérmica	Aprimoramento do ciclo <i>Rankine</i> Orgânico; sistemas de rastreamento dos raios solares; desenvolvimento de novos materiais refletores; sistemas de limpeza das placas refletoras e integração dessa tecnologia a outras fontes de energia.

Continua...

Continuando...

Armazenamento e Produção de Hidrogênio	Aumento de eficiência; células a combustível; menor custo de operação; permitir o uso de outros insumos como o metanol.
Geração Eólica	Aumento de eficiência dos aerogeradores; sistemas de integração dos sítios eólicos a outros sistemas de geração e à rede (sistemas do tipo <i>smart grid</i>).
Tecnologias de Armazenamento	Aumento da capacidade de armazenamento de energia; diversificação dos meios de armazenamento; integração entre as tecnologias de geração, armazenamento, transmissão e distribuição de energia elétrica.
Energia Nuclear	Desenvolvimento de reatores nucleares mais modernos (maiores eficiência e confiabilidade – nova geração de reatores); descomissionamento de usinas; sistemas mais avançados de produção de novos combustíveis; cogeração (produção de hidrogênio); novas metodologias de planejamento e implantação de usinas nucleares; desenvolvimento da geração via fusão nuclear.
Geração Hidrelétrica	Aumento da confiabilidade do conjunto turbina-gerador; modernização dos sistemas de operação; controle e manutenção; Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs); desenvolvimento das turbinas hidrocinéticas.
Energia dos Oceanos	Viabilidade dos diferentes tipos de conversores; pesquisa na área de implantação das tecnologias; novos meios de testes laboratoriais; estudos para a integração de sistemas de armazenamento de energia aos conversores oceânicos; entendimento dos impactos ambientais e meios de transmissão submarina de eletricidade. Para as tecnologias em teste ou em funcionamento pleno, têm-se estudos para aumento da eficiência na conversão da energia oceânica em eletricidade e sobre operação e manutenção.
Geração de Energia Elétrica em Regiões Remotas	Integração entre os respectivos sistemas de geração com sistemas de armazenamento e com a rede de transmissão e distribuição; O&M e controle (gerenciar oferta e demanda de energia elétrica sobre os sistemas híbridos de geração de eletricidade exige especial desenvolvimento tecnológico).

Fonte: CGEE (2017).

Por meio do Quadro 7.2 percebe-se que as pesquisas têm abordado soluções para problemas ocorridos no processo de geração em algumas fontes e na melhoria da eficiência na geração, como é o caso da produção de hidrogênio a partir da cogeração. Segundo o CGEE (2017) a geração de energia elétrica por meio da energia solar desponta mundialmente como uma das fontes energéticas a partir da década de 1970. Os sistemas fotovoltaicos têm vantagens como a mobilidade dos painéis às estações de geração de energia elétrica, ausência de ruído e emissão de gases de efeito estufa.

Os estudos referentes à geração heliotérmica têm se concentrado nos Estados Unidos e na China, no entanto, o volume de publicações a respeito dessa temática não é grande, quando comparado com as pesquisas relativas aos módulos fotovoltaicos.

A geração eólica tem sido uma macrotemática com diversos estudos, e devido à sua maturidade, tem passado por processo de melhorias em suas tecnologias. Já as tecnologias de armazenamento são meios de se garantir a estabilidade da geração, da transmissão e da distribuição de energia elétrica.

A geração de energia elétrica por meio da energia dos oceanos é um assunto com poucos estudos, quando comparado com outras macro temáticas, sendo que isso pode ocorrer por ser relativamente novo, e com maturidade tecnológica de baixa para média, como exemplo o caso dos conversores baseados no gradiente de salinidade da água e na presença de correntes oceânicas.

As publicações nacionais estão concentradas nas regiões Sul e Sudeste, o que pode ocorrer devido à presença das principais instituições de ensino superior, institutos de pesquisa e laboratórios e por causa da cadeia produtiva brasileira.

Apesar da geração de energia elétrica no Brasil ser majoritariamente hidrelétrica, a fonte complementar ainda é a termelétrica, em função de sua capacidade de oferecer segurança e estabilidade ao fornecimento de eletricidade. Sendo assim, observa-se que diversos estudos são realizados no contexto da geração de energia por meio de termelétricas, principalmente devido aos insumos renováveis disponíveis no Brasil que atendem à fonte termelétrica (CGEE, 2017).

No Quadro 7.3 são apresentados os principais temas abordados em pesquisas a respeito da Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia.

Quadro 7.3: Temas abordados nas pesquisas de geração e armazenamento de energia

Temática	Concentração das linhas de P&D no Brasil
Geração Hidrelétrica	Desenvolvimento de turbinas hidrocinéticas, aprimoramento de PCHs, com reservatórios e a fio d'água, uso sustentável dos reservatórios de água das usinas, diminuição da mortalidade de peixes, pesquisas nas áreas sociais, estudos voltados à O&M (sistemas de monitoramento, automação e projetos de manutenção); integração das tecnologias de geração hidroelétrica em sistemas híbridos de geração de eletricidade.
Armazenamento	Aumento da capacidade de armazenamento de energia (hídrica, elétrica e biomassa) e ao desenvolvimento de sistemas de integração entre as respectivas fontes e os sistemas de armazenamento.
Hidrogênio	Produção do hidrogênio via cogeração; sistemas de armazenamento; uso de células à combustível em sistemas estacionários (combinados com outras fontes); aplicação desse insumo para a mobilidade urbana.
Energia Solar	Desenvolvimento de sistemas de rastreamento solar (sistemas fotovoltaicos); aos conversores; integração dessa tecnologia com a geração de hidrogênio e com outros sistemas de geração de eletricidade.
Geração Heliotérmica	Tropicalização das tecnologias existentes e na integração dos sistemas heliotérmicos a outras fontes de geração.
Geração Eólica	Planejamento e implantação de parques eólicos, utilizando aero geradores importados; questões particulares dos aero geradores, como novos perfis de pás, desenvolvimento de materiais leves, resistentes e flexíveis às questões vibracionais; caracterização do mapa eólico nacional e desenvolvimento de tecnologias de integração das plantas eólicas à rede e aos demais sistemas de geração de eletricidade.
Energia Nuclear	Desenvolvimento do <i>Brazilian Utility Requirements</i> : tecnologias avançadas de seleção de sítios para a implantação de novas usinas nucleares; aprimoramento de sistemas de operação e manutenção; automação das usinas nucleares; desenvolvimento de reatores quanto aos sistemas de propulsão de submarinos nucleares.
Energia das Marés	Influência da variabilidade do clima no comportamento das ondas, avaliação econômica dos recursos energéticos, avaliação de sistemas de conversão de energia, aspectos regulatórios, avaliação do potencial das energias das ondas e das marés e em O&M.

Fonte: CGEE (2017).

Os trabalhos publicados no Brasil, em sua maioria, são oriundos das instituições federais de ensino como USP, Unicamp, UFRJ, UFMG e em centros de pesquisa e laboratórios, dedicados ao desenvolvimento contínuo de tecnologias (CGEE, 2017).

A diversificação de fontes de energia permite uma matriz energética nacional capaz de atender com qualidade e segurança a demanda da sociedade. Nesse sentido, os sistemas de armazenamento de energia podem ser úteis também na promoção de fontes renováveis e intermitentes como eólica e solar, mas para tanto, esses sistemas de armazenamento precisam ter capacidade de resposta às flutuações de rede. A maioria das pesquisas sobre esse tema tem sido realizada nas regiões sul e sudeste do Brasil (CGEE, 2017).

As pesquisas realizadas sobre a utilização de Hidrogênio têm como objetivo resolver questões tecnológicas da produção, do armazenamento e do transporte. Estas tem se concentrado na região sudeste do Brasil, tendo USP e Unicamp como referência, e na região sul. Já as pesquisas a respeito da geração de energia via energia solar são realizadas em quase todas as regiões brasileiras, com destaque para São Paulo, Paraná e Santa Catarina (CGEE, 2017).

A geração heliotérmica ainda não está amplamente consolidada no cenário da P&D nacional, e suas pesquisas concentram-se nas regiões nordeste (UFC, UFPE e UFBA) e sudeste do país (Unifei, USP e Unicamp) (CGEE, 2017).

As pesquisas em energia eólica tem se desenvolvido e diversificado com o passar dos anos. Com o aumento do número dos parques eólicos, foi necessário adaptar as máquinas geradoras para as condições dos ventos e interligação de fontes, entre outros. Os laboratórios e universidades que fortemente estudam essa fonte estão localizados, em sua maioria, nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil (CGEE, 2017).

A produção científica e tecnológica referente à geração de energia nuclear tem origem na região sudeste, principalmente no Rio de Janeiro, onde estão situadas as usinas e o porto de desenvolvimento de submarinos nucleares (CGEE, 2017).

O volume de pesquisas sobre a geração de energia oceânica é restrito a poucos laboratórios e institutos de pesquisa, como o Laboratório de Tecnologia Submarina e o Laboratório de Tecnologia Oceânica, na UFRJ, e por grupos de pesquisas localizados nas Universidades Federais do Maranhão, Pará e do Rio Grande do Sul (CGEE, 2017).

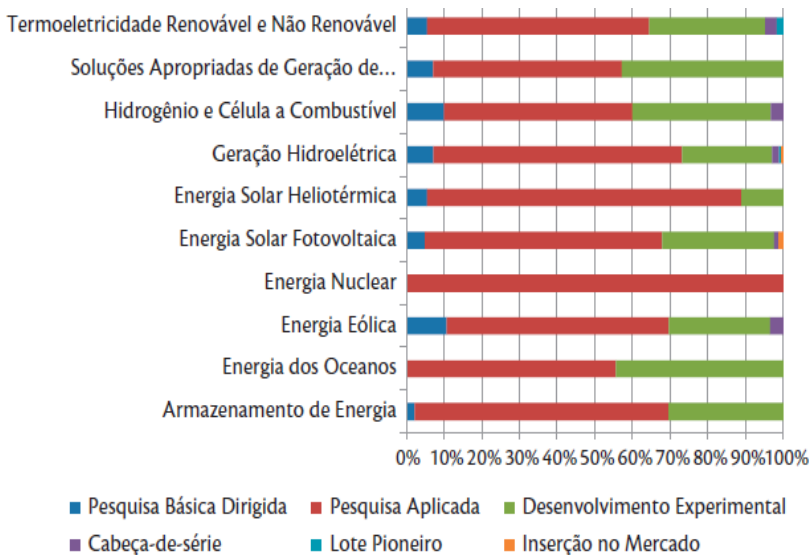
Em cumprimento à Lei nº 9.991/2000, diversos estudos foram realizados por empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia. Os resultados dessas pesquisas são apresentados em eventos próprios do setor elétrico, como Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citene), Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica (Sendi), Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE) e ao Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica (SEPOPE).

7.2.3.2 Projetos submetidos ao PP&D ANEEL e a cadeia de inovação

Os projetos elaborados com a finalidade de cumprir a Lei nº 9.991/2000 devem, segundo a mesma “estar pautados pela busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica. O projeto de P&D no setor de energia elétrica deve ser original e inovador e, diferentemente da pesquisa acadêmica pura que se caracteriza pela liberdade de investigação, deverá ter metas e resultados previstos”.

No entanto, o resultado pretendido pelo PP&D ANEEL não é atendido pelos projetos submetidos, pois ainda não se tem o cumprimento da cadeia de inovação e a inserção de um produto original no mercado, como pode ser observado no Gráfico 7.6.

Gráfico 7.6: Classificação dos projetos P&D ANEEL quanto à cadeia de inovação



Fonte: CGEE (2017).

O Gráfico 7.6 mostra que grande parte dos projetos desenvolvidos no PP&D ANEEL é concluída enquanto pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Os projetos de geração e armazenamento considerados como inovação, ou seja, que foram para o mercado, referem-se à Energia Solar Fotovoltaica e Geração Hidroelétrica.

A quantidade de projetos e o montante de investimentos realizados em certa macrotemática não estão relacionados diretamente com a inovação. Considerando os projetos submetidos ao PP&D regulado pela ANEEL, no período de 2008 a 2016, os projetos relacionados à energia solar fotovoltaica correspondem a menos de 9% dos 818 realizados, totalizando investimentos de R\$ 411.000,00. Já os projetos relativos à termoeletricidade renovável e não renovável correspondem a quase 40% dos projetos, com nenhuma inserção no mercado, com investimentos na casa dos R\$ 900.000.000 nesse período.

Há que se considerar que a inovação necessita mais que investimentos e estrutura de CT&I, ela precisa estar alinhada ao planejamento de negócio da empresa e o relacionamento coordenação entre empresas do setor elétrico e indústrias produtivas e de CT&I (GCEE, 2017).

Considerando todas as fontes de energia elétrica, percebe-se que a maioria dos projetos abordam tecnologias de controle, TI, conexões entre fontes e sistemas observados em GD e projetos civis. Não há projetos relacionados ao desenvolvimento ou inovação em maquinários complexos, como conversores de energia. Dessa forma, nota-se que o setor elétrico parece desenvolver projetos de menor risco. Entende-se que os riscos aos quais as empresas estão dispostas a correr podem depender da falta de estrutura interna para desenvolvimentos de grandes magnitudes; inexistência da cultura da inovação; o medo em não atingir o grau de originalidade requerido pelo PP&D ANEEL; e a falta de auxiliares técnicos.

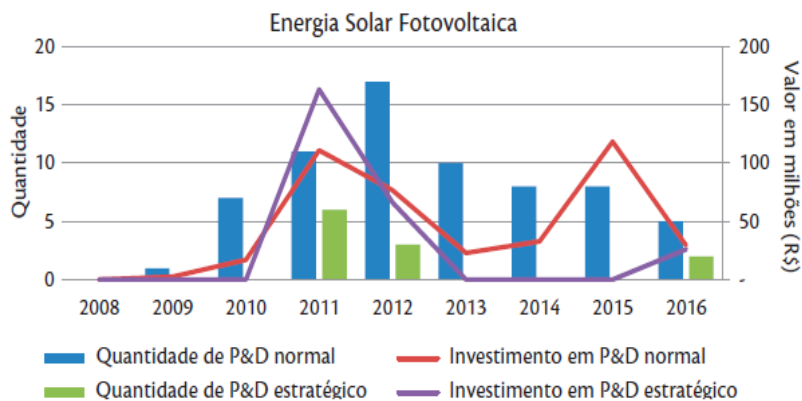
Segundo CGEE (2017), os trabalhos de pesquisa realizados no setor são similares entre si, abordando os mesmos assuntos, apresentam baixo risco tecnológico, baixa inovação e pouca cooperação entre empresas, abordando áreas ligadas à eletrônica, de controle, de TI, de O&M e em obras civis.

7.2.3.3 Relação entre os investimentos e a quantidade de projetos

Os investimentos maiores ocorrem quando há chamadas estratégicas da ANEEL, uma vez que estas possuem menor risco de glosa. Este fato ocorre nas pesquisas que tem como tema energia solar fotovoltaica, energia eólica e energia termelétrica, entre outras. A quantidade de projetos e os valores investidos nessas temáticas podem ser observados nos Gráficos 7.7, 7.8 e 7.9.

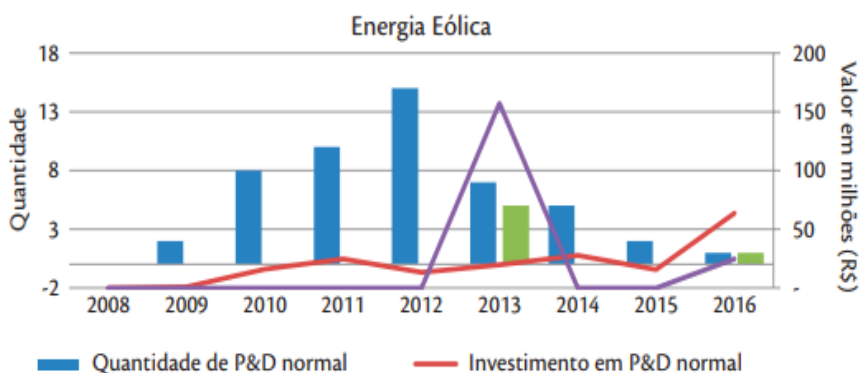
Como pode ser observado nestes gráficos, o montante investido em projetos é superior nas chamadas estratégicas do que em P&D normal. No entanto, esses investimentos são pontuais, enquanto que no P&D normal eles apresentam-se em quantitativo menor, mas de forma constante. Quanto ao número de projetos, as chamadas estratégicas não influenciaram, uma vez que o número de projetos em P&D normal mostrou-se superior mesmo nos anos em que foram realizadas chamadas estratégicas.

Gráfico 7.7: Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Solar Fotovoltaica no período de 2008 a 2016



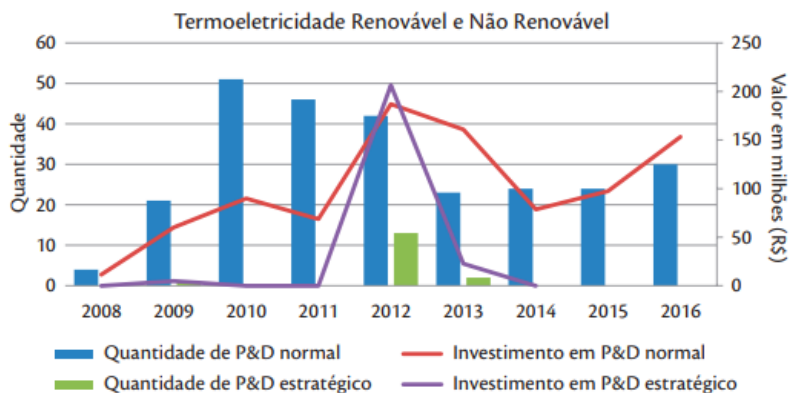
Fonte: CGEE (2017).

Gráfico 7.8: Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Eólica no período de 2008 a 2016



Fonte: CGEE (2017).

Gráfico 7.9: Quantidade de projetos e valores investidos no P&D ANEEL para Energia Termoeletrica no período de 2008 a 2016



Fonte: CGEE (2017).

7.2.3.4 Patentes (empresas estrangeiras)

De acordo com Unruh (2000) a dependência de trajetória tem ligação direta com um estado de lock-in tecnológico, envolvendo nesse caso, a energia termelétrica. Quanto à produção de patentes, há predominância mundial na geração termelétrica, seja ela renovável ou não, tanto a nível mundial como nacional. Isto se deve à correlação com o efeito China, no desenvolvimento desta trajetória tecnológica de geração de energia elétrica, embora este dado não esteja alinhado com a agenda ambiental e sustentável, quando da utilização de termelétricas não renováveis (CGEE, 2017). A Tabela 7.3 mostra o número de patentes depositadas no Brasil e no mundo.

Tabela 7.3: Patentes depositadas no Brasil e mundo

Aplicação	Patentes depositadas no Brasil	Patentes depositadas no mundo
Energia Oceanos	807	15.554
Energia Eólica	512	17.880
Energia Nuclear	376	18.294
Energia Solar Fotovoltaica	375	29.062
Energia Solar Heliotérmica	325	14.208
Geração Hidroelétrica	470	16.199
Hidrogênio e Célula de Combustível	605	18.595
Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas	129	11.745
Termoeletricidade Renovável e Não Renovável	1.018	37.489

Fonte: CGEE (2017).

As patentes relacionadas às tecnologias de geração fotovoltaica somam 29.062 (Tabela 7.3). Este desenvolvimento dos painéis fotovoltaicos está diretamente relacionado com o comportamento de mercado desta tecnologia. De forma menos expressiva, encontram-se patentes para energia eólica, dos oceanos, nuclear, e heliotérmica. Destacam-se ainda as fontes emergentes e na fronteira tecnológica, como as células a combustível, podendo ocorrer, devido a essas novas tecnologias, modificações na matriz.

No Brasil, a participação de patentes desenvolvidas e residentes no país é muito inferior quando comparada às internacionais, com destaque para energia termelétrica seguida da energia dos oceanos. Grande parte da tecnologia patenteada no Brasil foi desenvolvida em outros países. Isso pode ocorrer devido à atração do mercado brasileiro para o investimento estrangeiro direto e devido ao papel das empresas internacionais com subsidiárias no Brasil, que procuram proteger suas tecnologias desenvolvidas em outros países, para que possam ser comercializadas no Brasil. O Brasil tem experiência científica e tecnológica junto à geração hidrelétrica, o que explica o número de pedidos por patentes nessa tecnologia.

7.3 OBSTÁCULOS COM RELAÇÃO AO PP&D ANEEL

Os obstáculos e fragilidades que prejudicam as atividades de P&D e de inovação, com relação ao PP&D ANEEL podem ser observados na Tabela 7.4.

Tabela 7.4: Obstáculos e fragilidades com relação ao PP&D ANEEL

TIPO DE ATIVIDADE	ALTO	MÉDIO	BAIXO	NÃO RELEVANTE
Tempo de realização	33%	25%	17%	25%
Mudanças no quadro regulatório	25%	25%	17%	33%
Quadro legal e regulatório relacionado a questões ambientais	33%	25%	17%	25%
Dificuldade de enquadramento no critério de originalidade	42%	42%	8%	8%
Dificuldade de enquadramento no critério de aplicabilidade	27%	0%	36%	36%
Dificuldade de enquadramento no critério de relevância	27%	9%	27%	36%
Dificuldade de enquadramento no critério de razoabilidade dos custos	33%	25%	25%	17%
Disposição temporal (período em que recursos devem ser empregados)	27%	27%	9%	36%
Procedimentos de avaliação antes dos projetos	25%	13%	13%	50%
Procedimentos de avaliação posteriores dos projetos	58%	25%	8%	8%

Fonte: Pesquisa GESEL (2017)

Por meio da Tabela 7.4, nota-se que os fatores com maior destaque estão relacionados ao risco de glosa de recursos gastos para realização dos projetos, como procedimentos de avaliação posterior aos

projetos, dificuldade de enquadramento nos critérios de originalidade e dificuldade de enquadramento nos critérios de razoabilidade de custos. No entanto, o fator avaliação posterior dos projetos foi alterado pela ANEEL em 2016, determinando que a avaliação inicial por parte da ANEEL ocorrerá apenas em projetos de P&D estratégicos. Os resultados vão ao encontro dos encontrados como dificuldades para realização de atividades de P&D e inovação, quando foram mencionados os riscos econômicos excessivos. Outro aspecto relevante para os entrevistados foi o tempo de realização, em função da duração máxima de dois anos permitida para um projeto e também o tempo de dois anos para utilização dos recursos.

Devido à possibilidade de glosa, que gera prejuízos financeiros para as empresas, estas optam por projetos menos arrojados, não apostando em todo seu potencial de P&D e inovação. Um dos entrevistados relatou que o PP&D da ANEEL é importante, mas que “necessita de ajustes”. Nas palavras de outro entrevistado, a respeito da efetividade do programa “é um dos recursos mais bem investidos, porque a gente pega a taxa de efetividade dos investimentos em pesquisa do PP&D da ANEEL, ela é muito superior a qualquer outro programa de pesquisa que existe” (EGESEL).

Os acordos de patentes e de propriedade intelectual não foram tidos como obstáculo relevante para implementação de inovações introduzidas pelas iniciativas de inovação / P&D, no entanto, foram relatados como dificuldades para execução de projetos. Observou-se que as empresas procuram tratar cada projeto individualmente com a instituição envolvida, e que normalmente a patente é dividida ao meio, ficando 50% para a empresa e 50% para a universidade. (EGESEL)

Falta transparência ou objetividade para avaliação dos critérios de originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade dos custos. Os entrevistados comentaram a respeito do critério de originalidade, criticando a obrigatoriedade de produção de teses de mestrado ou doutorado e da certificação de patentes. Outro ponto citado foi dificuldade de elaboração de estudos de anterioridade, pois o que já foi realizado não é divulgado, assim como os projetos em andamento e resultados de projetos de outras empresas dentro do P&D ANEEL. O receio de glosa desencoraja iniciativas arrojadas em projetos, assim como o processo de avaliação dos projetos. Os entrevistados também relataram dificuldade de articulação do PP&D ANEEL com outras iniciativas do MCTI, principalmente as geridas pela Finep. (EGESEL)

A burocracia que ocorre durante o desenvolvimento do projeto é tida como uma dificuldade e como um desestimulador. Os profissionais das empresas desistem de realizar projetos ou de responsabilizarem-se pela gerência de projetos de P&D da ANEEL, como declarado por um dos entrevistados: “Existem os profissionais que não desistem de carregar a bandeira da inovação. E tem profissional que tem potencial e que não entra no processo, não se torna gerente de projeto porque sabe da burocracia que é tocar um projeto do início ao fim”.

7.3.1 Obstáculos externos

Os obstáculos externos às empresas compreendem assuntos relacionados ao Modelo de PD&I nacional, legislação e gestão pública de PD&I (CGEE, 2015).

Quanto aos obstáculos referentes ao Modelo de PD&I nacional, identifica-se falta de alinhamento com outras políticas de CT&I, com o intuito de formarem um plano estratégico unificado. Observa-se que não há complementariedade entre os meios de financiamento, chamadas públicas e editais, limitando a participação de empresas e universidades. As dificuldades burocráticas relativas ao processo de seleção de projetos, assim como os prazos de execução e prestação de contas limitam as parcerias entre empresas e universidades quanto à realização de projetos de inovação (CGEE, 2015).

Os investimentos em tecnologia para produtos e serviços são baixos no setor elétrico. Isso se dá, em certa medida, porque as empresas do setor não possuem infraestrutura para criação e desenvolvimento de produtos tecnológicos, uma vez que esse não é o objetivo das empresas (CGEE, 2015).

Há carência de planejamento de metas em P&D e de organização dos projetos para conseguir recursos de financiamento público pelos programas de governo. As áreas temáticas apresentadas pelo PP&D ANEEL não são suficientemente claras, causando insegurança e aversão ao risco. Quanto à legislação, a regulamentação é detalhista e complexa. A burocracia existente nos processos de contratação e prestação de contas dos projetos tem sido uma barreira para o processo de inovação tecnológica no setor elétrico, causada pela inflexibilidade da regulamentação quanto aos prazos, que não considera os riscos e incertezas inerentes a esses processos (CGEE, 2015).

Há também redundância das pesquisas realizadas e dificuldade para divulgação e compartilhamento de informações. Existe dificuldade para enquadramento dos projetos, principalmente os que não são considerados tecnológicos, o que faz com que diversos projetos que poderiam gerar benefícios para o setor elétrico sejam excluídos, como no caso de novos procedimentos, modelos de decisão e inovações regulatórias. Os critérios de avaliação técnica da ANEEL não são claros, o que causa insegurança de aprovação dos projetos. Essa insegurança é conhecida como o “risco ANEEL”, caso o projeto não seja aprovado, a empresa perde os investimentos previamente realizados (CGEE, 2015).

Quanto à gestão pública de PD&I, observa-se patenteamento lento, pouco dinâmico e definição limitada da inovação. No Brasil, um registro de patente pode levar até 10 anos, o que faz com que empresa e universidade percam benefícios que seriam aproveitados com a utilização e comercialização do produto patenteado (CGEE, 2015).

A necessidade de se ter doutores como coordenadores dos projetos pretende garantir recursos humanos qualificados para gerir os projetos, maximizando o teor científico e tecnológico dos projetos. No entanto, algumas vezes, as empresas dispõem de funcionários especialistas com capacidade técnica e teórica para desenvolver os projetos (CGEE, 2015).

7.3.2 Obstáculos internos

Os obstáculos internos às empresas compreendem morosidade no processo de contratação dos projetos de P&D, alocação do risco do insucesso e divisão de propriedade intelectual pública. Isso se dá em função da dificuldade de comprovação dos direitos das partes envolvidas, empresa e universidade. A contrapartida, que ocorre por meio de conhecimento técnico especializado, da participação de profissional especializado ou doutor, por vezes não tem como ser valorada por causa da imaterialidade e falta de padronização. (CGEE, 2015).

Foram relatados obstáculos referentes ao pouco incentivo à formação específica de profissionais para o setor de energia, diferente do que ocorre com o programa da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (CGEE, 2015).

As empresas do setor elétrico não apresentam cultura voltada para inovação, e ainda mostram aversão ao risco próprio da regulamentação de P&D. A academia, por sua vez, não tem como objetivo o desenvolvimento de produtos a partir de patentes, diferentemente das

empresas, que buscam resultados de curto e médio prazo, dificultando os investimentos em inovação (CGEE, 2015).

A seguir, o Quadro 7.4 apresenta a síntese dos obstáculos e fragilidades que prejudicam as atividades de P&D e de inovação, com relação ao PP&D ANEEL.

Quadro 7.4: Síntese dos obstáculos ao PP&D ANEEL

Obstáculos internos	Morosidade no processo de contratação dos projetos de P&D
	Alocação do risco do insucesso
	Divisão de propriedade intelectual pública
	Pouco incentivo à formação específica de profissionais para o setor de energia
	Falta de cultura voltada para inovação
	Aversão ao risco próprio da regulamentação de P&D
Obstáculos externos	Tempo para realização dos projetos -2 anos
	Necessidade de se ter doutores como coordenadores dos projetos
	Patenteamento lento, pouco dinâmico e definição limitada da inovação
	Critérios de avaliação técnica da ANEEL não são claros
	Dificuldade para enquadramento dos projetos
	Dificuldade para divulgação e compartilhamento de informações
	Redundância das pesquisas realizadas
	Quadro legal e regulatório relacionado a questões ambientais
	Burocracia existente nos processos de contratação e prestação de contas dos projetos
	Regulamentação é detalhista e complexa
	As áreas temáticas não são suficientemente claras
	Dificuldade de articulação do PP&D ANEEL com outras iniciativas do MCTI
	Burocracia durante o desenvolvimento do projeto
	Investimentos em tecnologia para produtos e serviços são baixos no setor elétrico
	Não há complementariedade entre os meios de financiamento
	Dificuldade de enquadramento nos critérios de aplicabilidade, originalidade, relevância e razoabilidade dos custos, (risco de glosa)
	Disposição temporal (período em que os recursos devem ser empregados)
	Procedimentos de avaliação posteriores (risco de glosa)
Falta de alinhamento com outras políticas de CT&I	

Fonte: Dados da pesquisa.

7.4 MELHORIAS PARA O PROGRAMA DE P&D ANEEL

O Manual de P&D da ANEEL é a expressão do instrumento de política tecnológica utilizada no Brasil para o setor elétrico. Sua função é orientar as etapas a serem realizadas para participação no Programa de P&D ANEEL. Sendo assim, a análise deste manual torna-se significativa para identificar obstáculos enfrentados e identificar melhorias que venham a facilitar as atividades dos usuários.

As melhorias para o manual de PP&D ANEEL foram compiladas com base na pesquisa do CGEE (2015), na pesquisa preliminar do GESEL e em entrevistas realizadas com gerentes de P&D. De acordo com pesquisa realizada pelo CGEE em 2015, algumas mudanças foram sugeridas ao manual do PP&D ANEEL quanto aos obstáculos dos projetos e entendimento do manual. Para tanto, foram ouvidas sugestões por parte das empresas, da academia e do governo.

As modificações sugeridas versam sobre (a) mudanças estratégicas pontuais do programa, como a criação de uma premiação e articulação dos instrumentos de CT&I; (b) capacitação direcionada a cursos operacionais, sobre regulamentos e formação com conteúdos abrangentes, como planejamento estratégico; (c) revisão do Manual, tornando-o mais objetivo e claro; e (d) sistema de informação (CGEE, 2015).

Os representantes das empresas do setor destacaram a importância das atividades de PD&I no planejamento estratégico. No entanto, o investimento em P&D para inovação é visto como uma obrigação legal e financeira, em vez de uma possibilidade de crescimento e aumento de competitividade. (CGEE, 2015)

As empresas preferem submeter seus projetos de P&D em temas com maior chance de aprovação em financiamentos públicos do que seguir planos das empresas. Os temas estratégicos em CT&I não são priorizados, mas os com o menor risco. Dessa forma, projetos que envolvem riscos não representam pontes para desenvolvimento ou crescimento das empresas. Isso pode ocorrer devido ao setor de energia elétrica não apresentar base tecnológica significativa (CGEE, 2015). Para tanto foi sugerido realizar workshop entre empresários e acadêmicos, juntamente com a ANEEL, o MCTI e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Finep, CNPq, BNDES, com o intuito de maior participação das empresas geradoras em projetos com universidades, para maior possibilidade de comercialização de novos produtos (CGEE, 2015).

A valorização dos técnicos e funcionários experientes deve ser mais estimulada, pois a dificuldade de se ter doutores para gerir os projetos pode ser sanada por profissionais da própria empresa, desde que estes tenham além da capacitação, a titulação exigida (CGEE, 2015).

Já os respondentes da academia sugeriram alteração no Manual do PP&D ANEEL quanto ao texto, no que consta “desenvolvimento tecnológico” para “desenvolvimento de Ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no setor de energia elétrica”, pois esta alteração englobará também áreas das ciências política, econômica e sociais, que estudam processos, operação, impactos sociais, econômicos, regulação, entre outros temas (CGEE, 2015).

O governo, por sua vez, relatou que, apesar das informações a respeito dos programas constarem nos sites dos ministérios e das agências, há necessidade da criação de uma cartilha contendo informações básicas para os possíveis participantes dos programas, além de um site que centralize as informações desses programas (CGEE, 2015).

As sugestões foram realizadas com o intuito de promover a inovação no setor, seja incentivando a cultura de inovação nas empresas ou facilitando o entendimento das normas contidas no Manual de P&D ANEEL, além de promover a cultura de inovação. Nesse sentido, foi sugerida uma revisão da definição dos termos inovação, P&D e desenvolvimento tecnológico, detalhando e exemplificando a abrangência dos mesmos. Foi sugerido um programa de pós-graduação direcionado para capacitação de parceiros e gestores de P&D. O programa deve ter como intuito, ainda, a divulgação de informações por meio de apostilas, newsletters, redes sociais, a fim de disseminar informações e conhecimento de P&D no setor elétrico (CGEE, 2015). A criação de parâmetros para comparação por meio de indicadores de inovação às empresas do setor de energia elétrica, como exemplo a Lista de classificação da Lei do Bem, produzida pelo MCTI, e o Innovation Union Scoreboard 2014, sendo estes essenciais para aperfeiçoamento de políticas públicas e da regulamentação de P&D no setor de energia elétrica (CGEE, 2015).

Foram sugeridas formas de incentivo ao planejamento estratégico de PD&I, por meio da articulação dos diferentes instrumentos de incentivo, como a criação de um comitê ou grupo de trabalho (nomeado por portaria), associado ou não ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), com reuniões semestrais e formado pelos gestores

dos instrumentos: Finep/P&D, ANEEL, BNDES, CNPq/MCTI e Conselho Nacional das Fundações de Amparo à Pesquisa (CONFAP). O intuito é conciliar os planejamentos, objetivando uma diretriz conjunta, mesmo com estratégias diferentes (CGEE, 2015).

Sugeriu-se ainda a elaboração periódica de um estudo prospectivo, com participação da indústria de energia, da academia e do setor produtivo, convergente com os estudos do planejamento do setor, e de avaliação do resultado do PP&D ANEEL, com o objetivo de identificar melhorias para o modelo e criar referências, como o ocorrido em 2011, pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em parceria com a ANEEL (CGEE, 2015).

Aumentar o percentual de participações de projetos estratégicos na carteira do programa, de forma articulada com os outros instrumentos. Aumentar também o prazo das chamadas públicas direcionadas aos projetos estratégicos, possibilitando às instituições tempo hábil para estabelecer parcerias (CGEE, 2015).

Foi sugerido também que seja instituído um prêmio à empresa de energia que tenha seu produto - resultado do PP&D ANEEL – comercializado, sendo que esse prêmio poderia ser o aumento dos prazos para a execução do orçamento. Hodiernamente, de acordo com o Manual de P&D ANEEL, no item 2.4, a empresa que acumular, em 31 de dezembro de cada ano, na Conta Contábil de P&D, montante superior ao investimento obrigatório dos 24 (vinte e quatro) meses, incluindo o mês de apuração, estará sujeita às penalidades previstas na Resolução Normativa nº 63/2004. A proposta é alterar esse prazo para 36 meses, caso a empresa comprove comercialização de produto proveniente de projetos no âmbito do P&D ANEEL. (CGEE, 2015).

As sugestões quanto à legislação referem-se à criação de um ambiente de articulação (workshops, reuniões) com o Tribunal de Contas da União (TCU), a Controladoria Geral da União (CGU) e a SFF/ANEEL para discutir o instrumento Contrato Aplicado à P&D, de modo a chegar a um consenso e definir o conceito claro de pesquisa/inação para ser utilizado pelos órgãos ligados ao tema; oferecer capacitação aos fiscais sobre os termos de inovação e/ou o novo instrumento elaborado pela ANEEL; diminuir as etapas do processo burocrático, facilitando a renovação; criar instrumentos facilitadores para agilizar o processo nas universidades, fomentar o fluxo de informações, por meio da criação de uma rede de informações com os resultados dos projetos submetidos à ANEEL (CGEE, 2015).

Maximizar a transparência dos editais, explicando seus conteúdos em eventos como o Encontro de P&D dos agentes do Setor Elétrico (EPASE) e Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL) e divulgar os assuntos tratados nas pesquisas em nível nacional, assim como rever a metodologia de avaliação de projetos. Intensificar a aplicação de C&T no setor elétrico por meio da aproximação com o segmento industrial de produção de tecnologia, que possui a capacidade e infraestrutura para o desenvolvimento e a manufatura de produtos (CGEE, 2015).

Revisar o processo de definição de áreas temáticas para os projetos apresentados pelo PP&D ANEEL, pois as áreas temáticas listadas no Manual não são suficientes nem claras, levando diversos projetos a não se adequarem ao programa nas áreas predefinidas no seu manual (CGEE, 2015).

Controlar a redundância das pesquisas, compartilhando informações por meio de bancos de dados com base em informações coletadas por meio do monitoramento dos projetos enviados ao programa.

A sugestão trata-se da criação de um sistema no qual as empresas tenham que inserir um relatório de cada um dos seus projetos, ocultando detalhes sigilosos da pesquisa, incluindo resumo e palavras chaves do mesmo (CGEE, 2015).

Quanto ao processo lento de patenteamento, sugere-se a estratificação dos processos de avaliação de patentes, separando a avaliação do projeto em etapas, de acordo com as fases de desenvolvimento. Além da demora do processo de patenteamento, a este falta dinamismo, para tanto, objetiva-se conhecimento mútuo entre as partes (CGEE, 2015). Foi sugerido ainda o aumento dos prazos de auditoria, uma vez que o tempo para prestações de contas foram apontados como insuficientes. (CGEE, 2015).

Durante a pesquisa de campo realizada pelo GESEL, os entrevistados foram inqueridos a respeito de melhorias que julgavam ser importantes para o PP&D ANEEL. Sendo assim, algumas sugestões ao P P&D ANEEL foram apontadas pelos respondentes. As propostas dizem respeito às modificações no método utilizado para avaliação dos projetos, para mitigação da possibilidade de glosa, o que gera prejuízos financeiros para as empresas. (PESQUISA GESEL)

De acordo com entrevistado, o PP&D ANEEL possibilita qualificação e capacitação de recursos humanos, e infraestrutura de laboratórios para pesquisa. Questões a respeito da utilização do FNDCT

foram relatadas pelos entrevistados, com relação à utilização equivocada dos recursos.

Sugestões de melhorias foram apontadas pelos entrevistados, sendo a revisão do manual introduzindo mais flexibilidade, objetividade e métrica na avaliação dos projetos propostos, como relatado a seguir: “Acho que a ANEEL precisa melhorar o manual, ele inibe muita coisa, eu poderia fazer muito mais inovação se o manual mudasse”; “aplicabilidade, relevância, todos eles são aplicáveis, mas deixá-los de maneira mais objetiva”. Assim como no estudo de Cirani et al. (2016), os entrevistados relataram dificuldade de articulação do PP&D ANEEL com outras iniciativas do MCTI, principalmente as geridas pela Finep.

Foi sugerido por um dos gerentes entrevistados que os recursos da Lei nº 9.991 poderiam ser reunidos em um fundo parecido com o EMBRAPIL, porque se o dinheiro não for recolhido para ter como propósito a inovação, de forma voluntária e não mandatária, poucas empresas investirão por conta própria, somando o percentual que deveria ser investido em inovação ao resultado. Depositar-se-ia 0,4% da ROL, num fundo estilo EMBRAPIL. No momento em que a empresa realizasse projetos, poderia sacar R\$1 para cada valor igual que colocasse no fundo. Então o fundo seria dobrado, e investiriam apenas as empresas que estivessem interessadas. Aquelas que não tivessem interesse em realizar projetos, simplesmente repassariam o dinheiro para o fundo, e não teriam a obrigação de P&D. (EG2)

A seguir, o Quadro 7.5 apresenta a síntese das melhorias para o Manual de P&D ANEEL, sugeridas pelos agentes, com base na pesquisa do CGEE (2015), na pesquisa preliminar do GESEL e nas entrevistas realizadas com gerentes de P&D. As sugestões são provenientes de empresas, da academia e do governo.

Quadro 7.5: Síntese das melhorias sugeridas ao Manual de P&D ANEEL

Melhorias sugeridas ao Manual de P&D ANEEL
Revisão do Manual, tornando-o mais objetivo e claro;
Capacitação direcionada a cursos operacionais;
Criação de uma premiação e articulação dos instrumentos de CT&I;
Melhorias no sistema de informação;
Workshop entre empresários, acadêmicos, ANEEL, MCTI e o Ministério do Desenvolvimento, Finep, CNPq, BNDES, para maior participação das empresas geradoras em projetos com universidades;
Valorização dos técnicos e funcionários experientes;

Continua...

Continuando...

Alteração no Manual quanto ao texto, no que consta “desenvolvimento tecnológico” para “desenvolvimento de Ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no setor de energia elétrica”;
Criação de uma cartilha contendo informações básicas para os possíveis participantes dos programas, além de um site que centralize as informações desses programas;
Aumentar o prazo das chamadas públicas direcionadas aos projetos estratégicos, possibilitando às instituições tempo hábil para estabelecer parcerias;
Criação de um ambiente de articulação (workshops, reuniões) com o Tribunal de Contas da União (TCU), a Controladoria Geral da União (CGU) e ANEEL para discutir o instrumento Contrato Aplicado à P&D;
Estratificação dos processos de avaliação de patentes, separando a avaliação do projeto em etapas, de acordo as fases de desenvolvimento;
Aumentar os prazos de auditoria;
Modificar método utilizado para avaliação dos projetos, para mitigação da possibilidade de glosa;
Os recursos devem ser exclusivos para P&D e não contemplar fundos setoriais e outros;
Criação de um fundo tipo EMBRAPPII em que todas as empresas contribuiriam, mas somente as interessadas em P&D realizariam as atividades a elas relacionadas;
Controlar a redundância das pesquisas, compartilhando informações por meio de bancos de dados;
Maximizar a transparência dos editais;
Intensificar a aplicação de C&T no setor elétrico por meio da aproximação com o segmento industrial de produção de tecnologia;
Diminuir as etapas do processo burocrático, facilitando a renovação;
Revisar o processo de definição de áreas temáticas;
Instituição de prêmio à empresa de energia que tenha seu produto, resultado do programa de P&D, comercializado;
Capacitar os fiscais quanto aos termos de inovação e/ou o novo instrumento elaborado pela ANEEL;
Criar instrumentos facilitadores para agilizar o processo nas universidades, fomentar o fluxo de informações, por meio de uma rede de informações com os resultados dos projetos submetidos à ANEEL;
Incentivar o planejamento estratégico de PD&I;
Elaboração de estudo prospectivo, com participação da indústria de energia, da academia e do setor, convergente com os estudos do planejamento, e de avaliação do resultado do PP&D/ANEEL;

Continua...

Continuando...

Aumentar o percentual de participações de projetos estratégicos na carteira do programa;
Criar parâmetros de comparação por meio de indicadores de inovação às empresas do setor de energia elétrica;
Revisão da definição dos termos inovação, P&D e desenvolvimento tecnológico, detalhando e exemplificando a abrangência dos mesmos;
Criação de programa de pós-graduação direcionado para capacitação de parceiros e gestores de P&D.

Fonte: Dados da pesquisa

7.5 CONTRIBUIÇÃO DO PP&D ANEEL PARA DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA E DO SETOR ELÉTRICO (PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA)

Segundo a ANEEL (2018a), “o Programa de P&D é mais um passo na implantação de infraestrutura para gerar inovação tecnológica em inúmeros segmentos do setor”. Nesse sentido, Felipe, Pinheiro e Rapini (2011) discorrem que as políticas de inovação têm como objetivo a criação de incentivos, como infraestrutura necessária para que empresas possam combinar conhecimentos científicos e tecnológicos para aproveitar as oportunidades de mercado.

No setor de energia elétrica, é necessário, além de recursos financeiros, o envolvimento da comunidade científica, de governos e de agentes privados para atingir os objetivos de desenvolvimento do setor. Os projetos de pesquisa são de longo prazo e seus retornos são de interesse social e econômico para a sociedade como um todo, o que justifica a colaboração pública e privada (COSTA-CAMPI; GARCIA-QUEVEDO; TRUJILLO-BAUTE, 2015).

As contribuições do PP&D ANEEL para o desenvolvimento das empresas e do setor elétrico não são claras para alguns gerentes de empresas geradoras de energia, havendo opiniões discordantes entre os entrevistados. O respondente EG1 relatou que como agência reguladora, a ANEEL não tem o papel de fomentar inovação no setor, nem na empresa. Por conta da obrigatoriedade que as empresas têm em relação da Lei do P&D ANEEL, as empresas investem em inovação, mas isso não quer dizer que haja desenvolvimento do setor ou da empresa. Corroborando com o entrevistado EG1, o respondente EG2 declarou que a ANEEL não contribui para o desenvolvimento do setor elétrico ou das empresas. Nas palavras dele “hoje eu não vejo como a ANEEL, por meio dessa lei pode desenvolver as empresas. Tanto que em boa parte

do setor o departamento responsável por esse assunto (da Lei 9.991) é o departamento de encargos regulatórios. Acho que isso dá uma ideia de como isso é tratado”.

Em contrapartida, o respondente EG3 discorre que há participação ativa da ANEEL em diversas atividades que envolvem as empresas, que além de ser órgão regulador, tem participação efetiva fomentando a pesquisa, como a promoção do Seminário de Inovação, o CITANEL, que é específico para o setor de energia e para divulgação dos resultados. O entrevistado relata que em algumas vezes a ANEEL acompanha os projetos da empresa, e realiza considerações, recomendações e sugestões. Há várias iniciativas de projetos por parte da própria ANEEL, nas chamadas de P&D estratégico, que são demandas de projetos direcionados. A empresa também foi convidada pela ANEEL para desenvolver um projeto específico, a respeito de quais temas investirem em inovação, o qual teve acompanhamento integral da agência, participando das reuniões, promovendo workshop de encerramento nas dependências da ANEEL.

Essa assimetria na percepção do papel da ANEEL pode ser explicada devido à própria visão de cada empresa em relação ao processo inovativo. Para empresas onde este processo é endógeno, não haveria necessidade de estímulos externos ao processo. Vale lembrar que a amostra pesquisada é restrita, e que os entrevistados eram gerentes de P&D.

7.6 PP&D ANEEL E OS CENTROS DE PESQUISA EM ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015), as instituições de pesquisa buscam a cooperação com o intuito de beneficiarem-se do aprendizado compartilhado. Existe também a preocupação de divulgar os resultados alcançados com os recursos públicos direcionados a P&D.

No setor elétrico de energia solar, por exemplo, têm-se diversas contribuições realizadas por meio do PP&D ANEEL, como no caso das chamadas estratégicas. A infraestrutura de laboratórios e a capacitação de pessoal tem sido consequência de P&D. Da mesma forma, os pesquisadores que trabalham no Centro de Pesquisa são mantidos com bolsas de estudo financiadas pelo PP&D. Os desdobramentos do P&D vão desde os recursos humanos até aplicação e técnicas avançadas utilizadas no setor. Dissertações e teses desenvolvidas no Centro de Pesquisa derivam dos projetos e P&D.(CP)

As atividades de P&D tem se desenvolvido na Universidade a qual o Centro de Pesquisa está vinculado desde o início do PP&D ANEEL, como segue

Nesse laboratório foi desenvolvido o primeiro projeto de P&D da ANEEL, antes mesmo dela, do recurso dela, lá em Rondônia. Então pro nosso laboratório este programa tem sido fundamental. A diferença dos avanços de pesquisa com o P&D ANEEL é total, nós acessamos recursos de P&D pra avançar com as atividades do laboratório desde o início do programa de P&D. (CP)

Para o diretor do Centro de Pesquisa, a disponibilidade de recursos provenientes do PP&D ANEEL é fundamental para o avanço das pesquisas, assim como a parceria com as empresas do setor elétrico e de outras empresas, como fornecedoras de equipamentos. Ele relata que além de beneficiários das políticas de incentivos do setor, são também participantes da criação delas. “Semana passada eu estive num evento da ANEEL, em Brasília, que estava colhendo subsídios para um edital de mobilidade elétrica”, destacou. Juntamente com coordenadores de P&D das empresas, professores de universidades e algumas empresas automobilísticas, discutiu-se a respeito de como será a preparação do setor elétrico para fornecer energia elétrica para os carros elétricos, que serão uma realidade em poucos anos. “Então você vê que a gente participa não só de fazer a pesquisa, mas também sugerindo como ela deve ser dirigida, ou como deve ser uma chamada de pesquisa”. (CP)

7.7 COMPARAÇÃO ENTRE O PP&D ANEEL E OUTROS PROGRAMAS UTILIZADOS PARA P&D

De acordo com CGEE (2017), há um total de 96 instituições financiadoras distintas, de diversas categorias. As instituições de fomento à pesquisa, formadas por CNPq, Capes, Finep e as FAPs estaduais, são as que se destacam no financiamento de projetos nas macrotemáticas de geração de energia elétrica e armazenamento de energia. Estas financiam basicamente por meio de concessão de bolsas de estudos.

Empresas como Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), Eletrosul Centrais Elétricas S.A., Companhia Estadual de Energia

Elétrica do Rio Grande do Sul (CEEE) e a Companhia Energética de São Paulo (CESP) financiam projetos que são estratégicos para elas.

Há ainda instituições estrangeiras que financiam projetos de pesquisa brasileiros relativos ao grupo temático nas instituições de ensino superior do país, sendo exemplos o Departamento de Pesquisa Naval dos EUA, que financia um projeto sobre dinâmica das pás de turbinas eólicas; a Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal, financiando um projeto sobre conversores de energia das ondas; a Comissão Europeia da União Europeia, com financiamento em um projeto sobre transformação da biomassa em blocos químicos; e, por fim, a Universidade da Flórida, financiando um projeto sobre impactos socioambientais da usina de Belo Monte (CGEE, 2017).

A quantidade de projetos, assim como o valor investido por cada agência fomentadora pode ser observada na Tabela 7.5. No período de 2007 a 2016 o valor total dos projetos no âmbito do Programa de P&D regulado pela ANEEL passou de R\$ 4,67 bilhões em valor corrente (CGEE, 2017).

Tabela 7.5: Agências de fomento à P&D: 2007 a 2016

Análise	ANEEL	CNPq	Finep	BNDES Funtec
Quantidade de Projetos	816	490	92	9
Valor Total dos Projetos (R\$ mil)	4.672.196,56	96.040,98	340.680,41	112.978,14
Valor Médio (R\$ mil)	5.725,73	196,00	3.703,05	12.553,13
Valor Mínimo (R\$ mil)	105,93	0,98	55,57	3.453,00

Fonte: CGEE (2017).

O montante financiado pelo CNPq é mais baixo quando comparados aos dos projetos das outras agências de fomento, mesmo assim existe quantidade considerável de projetos registrados, somando quase 35% dos projetos das quatro instituições citadas (CGEE, 2017).

Os projetos financiados pela Finep são em menor quantidade, quando comparados ao CNPq, no entanto, os valores são consideravelmente maiores. Já o valor médio dos projetos financiados pela Finep é aproximadamente 19 vezes maior que o valor médio dos projetos financiados pelo CNPq (CGEE, 2017).

Nota-se que existe uma proporção maior de projetos realizados por empresas, pelo instrumento de subvenção econômica, financiados pela Finep do que pelo CNPq, o que pode ser explicado pelo fato do CNPq financiar projetos praticamente exclusivos demandados por universidades e/ou ICTs (CGEE, 2017).

O BNDES Funtec financiou um quantitativo pequeno de projetos, quando comparado aos outros grupos. Porém, os projetos têm um valor médio mais alto do que os valores médios dos projetos financiados pelas demais agências de fomento, sendo, por exemplo, mais que o dobro do valor médio dos financiados pela ANEEL. (CGEE, 2017)

7.7.1 Investimentos realizados por meio do PP&D ANEEL

O objetivo do PP&D é destinar recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia. Para tanto, o programa tem como intuito promover cultura da inovação nas empresas, estimulando P&D no setor elétrico brasileiro por meio de projetos (ANEEL, 2018 a).

De acordo com a ANEEL (2018b), de 1998 a 2010, 766 empresas submeteram 4.639 projetos de P&D que juntos somaram R\$1,689 bilhões.

Esses projetos tiveram início anterior ao ciclo 2006/2007 (Resolução Normativa nº 219/2006 e anteriores).

Por meio da Tabela 7.6 nota-se que houve aumento expressivo do número de projetos submetidos com o passar dos anos, tendo como destaque o ciclo 2002/2003, que envolveu 101 empresas com 672 projetos. A partir do ciclo 2006/2007 houve declínio tanto no número de empresas participantes como de projetos submetidos. Em 2008 essa redução torna-se ainda mais evidente, e deve-se à chamada de projetos com temas prioritários regidos pela Resolução Normativa nº 316/2008.

Tabela 7.6: Projetos Plurianuais com início até o ciclo 2006/2007 (Resolução Normativa nº 219/2006 e anteriores)

Ciclo	Número de Empresas	Projetos	Recursos (em milhões de R\$)
1998/1999	13	63	12
1999/2000	43	164	29
2000/2001	67	439	113
2001/2002	72	535	156
2002/2003	101	672	198
2003/2004	81	602	186
2004/2005	96	600	191
2005/2006	143	917	352
2006/2007	92	647	337
2007/2008	44	-	96
2008/2009	13	-	13
2009/2010	1	-	0.029
TOTAL	766	4.639	1.689

Fonte: ANEEL (2018).

Os dados dos projetos submetidos à Resolução Normativa nº 316/2008 podem ser observados na Tabela 7.7. Nota-se por meio da Tabela 7.7 que no ano que marca o início das Chamadas Estratégicas para projetos, o quantitativo de submissões foi alto, somando 919 projetos, com custos aproximados de mais de R\$ 1 bilhão. No entanto, nos anos seguintes, o número de projetos decaiu consideravelmente. Em 2017, apenas 121 projetos foram submetidos, somando mais de R\$ 473 milhões em custos estimados para os projetos.

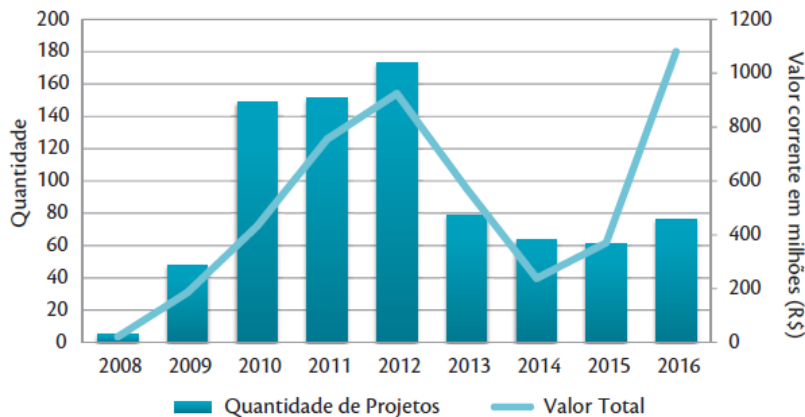
Tabela 7.7: Projetos de P&D de temas prioritários regidos pela Resolução Normativa nº 316/2008

Ano de submissão à ANEEL	Quantidade de projetos	Custo estimado do projeto (milhões de R\$)
2008/2010	919	1.491
2011	484	1.277
2012	522	1.984
2013	167	787
2014	179	639
2015	134	645
2016	179	1.460
2017	121	473
2018	70	175
TOTAL	2.775	8.934

Fonte: ANEEL (2018).

Por meio do Gráfico 7.10 é possível observar os valores dos projetos efetivamente financiados pelas empresas por meio do PP&D ANEEL.

Gráfico 7.10: Quantidade e valor total dos projetos financiados pelas empresas por meio do PP&D ANEEL

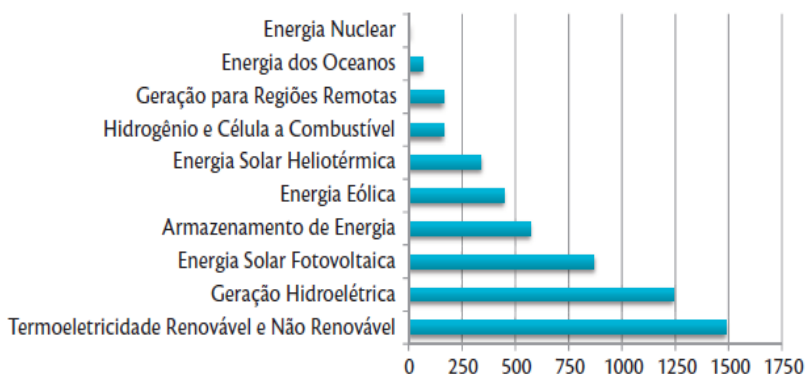


Fonte: CGEE (2017).

Percebe-se, por meio do Gráfico 7.10, que há aumento do número de projetos e do valor total nos primeiros anos do período em análise, seguido de declínio nos anos seguintes. Porém, o valor médio dos projetos aumenta consideravelmente entre 2014 e 2016. Vale destacar que nesse período houve várias chamadas de P&D estratégicos.

Os valores investidos pelo PP&D ANEEL em projetos relativos a cada macrotemática do grupo, podem ser observados no Gráfico 7.11.

Gráfico 7.11: Projetos financiados pelas empresas por meio do PP&D ANEEL, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões).



Fonte: CGEE (2017).

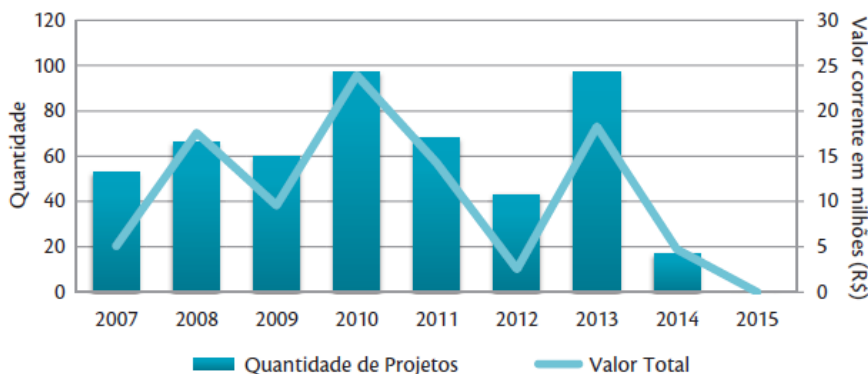
Percebe-se que as macrotemáticas em destaque são Termoeletricidade Renovável e Não Renovável, Geração Hidroelétrica e Energia Solar Fotovoltaica, cujos montantes investidos pelas empresas por meio do PP&D ANEEL superam R\$ 1 bilhão. Já o valor total investido em projetos a respeito da Energia Nuclear não ultrapassou R\$ 7 milhões (CGEE, 2017).

7.7.2 Investimentos realizados pelo CNPq

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros (CNPq, 2018).

Quanto aos projetos financiados pelo CNPq, os valores financiados podem ser observados no Gráfico 7.12.

Gráfico 7.12: Projetos financiados pelo CNPq, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões).



Fonte: CGEE (2017).

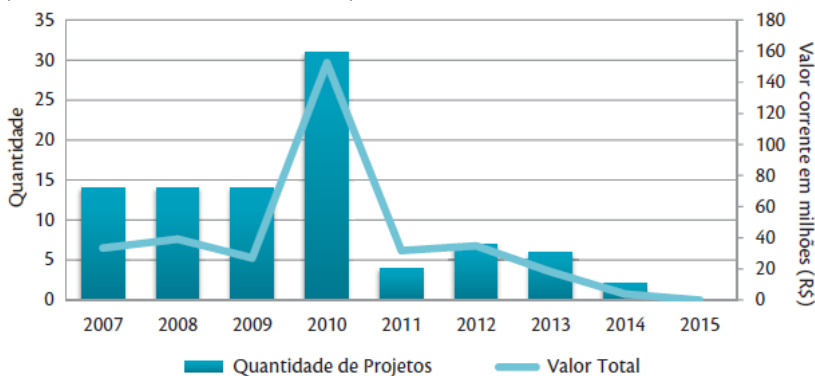
Observa-se que os valores anuais comportam-se de maneira cíclica, atingindo em 2010 o valor máximo, aproximadamente R\$ 24 milhões, e em 2015 o valor mínimo não apresentando projetos. Referente ao número de projetos, nos anos 2010 e 2013, houve um número significativo, somando 97 em cada ano (CGEE, 2017).

7.7.3 Investimentos realizados pela Finep

A Finep, hodiernamente denominada como a Agência Brasileira de Inovação, é a principal agência de apoio à inovação tecnológica federal, e tem como escopo a pesquisa básica realizada nas universidades, a pesquisa aplicada realizada em institutos de pesquisa e atividades de inovação nas empresas (STAL, 2007).

A quantidade de projetos e os valores financiados pela Finep podem ser observados no Gráfico 7.13.

Gráfico 7.13: Projetos financiados pela Finep, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões).



Fonte: CGEE (2017).

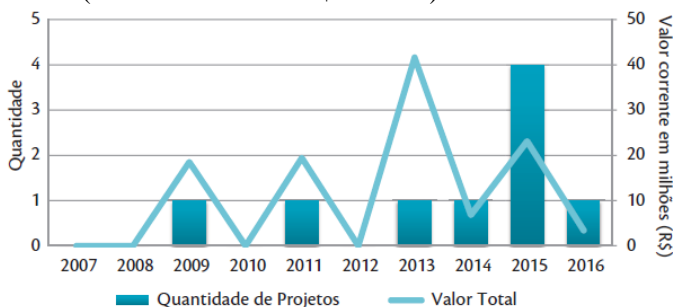
É possível observar, por meio do Gráfico 7.13, que os projetos financiados pela Finep foram em menor número, quando comparado com as outras fomentadoras, no entanto, o montante investido é superior, quando comparado aos projetos do CNPq. O ano com maior número de projetos e de investimentos foi em 2010, sendo financiados 31 projetos a valor de aproximadamente R\$ 152 milhões. Já no ano de 2015, não houve projetos. (CGEE, 2017).

7.7.4 Investimentos realizados pelo BNDES Funtec

O BNDES é a agência para um apoio financeiro substancial e abrangente para a instalação ou reinstalação de fábricas, a modernização e o desenvolvimento tecnológico além da compra de equipamento com o objetivo de garantir a competitividade (STAL, 2007).

Na análise realizada pelo CGEE (2017), a instituição com menor número de projetos financiados foi o BNDES Funtec, cujas quantidades e valores são apresentados no Gráfico 7.14.

Gráfico 7.14: Projetos financiados pelo BNDES Funtec, período de 2007 a 2016 (Valor corrente em R\$ milhões).

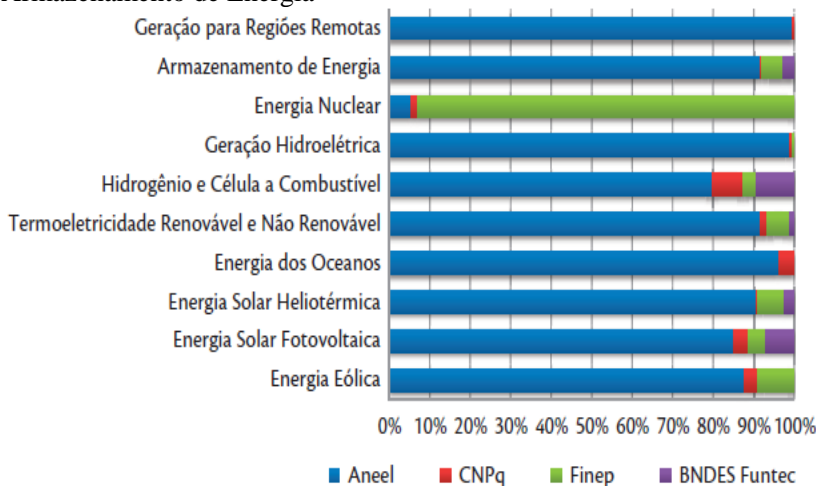


Fonte: CGEE (2017).

Como pode ser observado por meio do Gráfico 7.14, 2015 foi o ano com maior número de projetos, somando 4. No entanto, nota-se que nos demais anos, apenas um projeto foi financiado pelo BNDES Funtec. No ano de 2013 o maior montante foi investido, R\$ 40 milhões, para apenas um projeto. (CGEE, 2017).

O Gráfico 7.15 mostra o total de projetos relativos ao setor elétrico, separados por financiadora.

Gráfico 7.15: Projetos de Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia



Fonte: CGEE (2017).

Por meio do Gráfico 7.15, observa-se que o total dos projetos financiados pelo Programa da ANEEL é consideravelmente superior ao total das demais financiadoras, tendo como exceção a Energia Nuclear, cuja maior fomentadora é a Finep. Dessa forma, a importância da ANEEL como financiadora de P&D para o setor é fundamental.

De acordo com pesquisa de campo realizada pelo GESEL as empresas do setor elétrico também utilizam outros programas de apoio do governo federal, diversos do PP&D ANEEL, e dos demais já apresentados. Os percentuais de participação em outros programas de apoio podem ser observados na Tabela 7.8.

Tabela 7.8: Outros programas de apoio do governo para iniciativas de inovação / P&D

TIPOS	SIM	NÃO
Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica	36%	64%
Incentivos fiscais - Lei de Informática	9%	91%
Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores	10%	90%
Financiamento a projetos de P&D e Inovação Tecnológica - s/ ICTs parceiros	10%	90%
Financiamento a projetos de P&D e Inovação Tecnológica - c/ ICTs parceiros	18%	82%
Financiamento para a compra de máquinas e equipamentos para inovar	27%	73%
Bolsas oferecidas para pesquisadores em empresas	9%	91%
Lei do bem (Lei 11.196/05)	58%	42%
Inova Energia	33%	67%
EMBRAPII	8%	92%
Financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos	27%	78%
Aporte de capital de risco	0%	100%
Compras públicas	10%	90%

Fonte: Pesquisa GESEL (2018).

Por meio da Tabela 7.8, percebe-se que a maior parte das empresas apresenta baixa utilização de outros programas do governo de incentivo à P&D e inovação, sendo uma exceção a Lei do Bem, que é utilizada por 58% das empresas entrevistadas. (EGESEL)

7.8 POLÍTICAS DE INCENTIVO À INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO

Rocha e Ferreira (2004) discorrem que o investimento público em pesquisa e tecnologia é fundamental para o desenvolvimento de regiões, assim como para possibilitar a competitividade das empresas. Segundo os autores, países com sistemas de inovação imaturos, como o Brasil, necessitam de incentivos públicos, pois os gastos da iniciativa privada são relativamente baixos em desenvolvimento tecnológico.

A principal política de incentivo à inovação no setor elétrico é a Lei nº 9.991/2000, conhecida como Lei de P&D da ANEEL. A gerente de P&D da Empresa EG5 relatou que é esse Programa (da ANEEL) o que mais utilizam. Os respondentes das Empresas EG3 e EG4 discorreram que as empresas investem em inovação basicamente por conta da LEI de P&D da ANEEL, e que procuram trabalhar também

com a Lei do Bem (EG3, EG4), mas esta trata de recuperação de impostos (EG3). Barros, Claro e Chaddad (2009) apontam que as políticas de inovação têm contribuído para aumentar o interesse das empresas por atividades relacionadas à inovação.

Ao utilizar o programa Wordle, a nuvem de palavras, Figura 7.2, evidenciou os termos ANEEL, Bem, basicamente e inovação, o que vem a reforçar as declarações dos entrevistados quanto às leis de incentivo à inovação utilizadas pelas empresas geradoras de energia elétrica.

Figura 7.2: Nuvem de palavras – Leis de incentivo à inovação



Fonte: Dados da pesquisa.

“Não existem grandes incentivos no Brasil para inovar, são basicamente essas obrigações setoriais” relatou o gerente EG1, fazendo uma comparação do que é realizado no Brasil, com Europa e EUA, onde a inovação ocorre por meio de subsídios governamentais. Segundo o entrevistado, no Brasil os subsídios referentes à energia referem-se a questões sociais, como luz pra todos e eletrificação rural. Projetos inovadores como a introdução de um carro elétrico, um medidor inteligente, ou até uma usina solar em domicílios, dificilmente são incentivados ou subsidiados pelo governo.

“As políticas ainda tem muito espaço para evolução” relata um dos gerentes de P&D entrevistados. Algumas diretrizes não são as mais adequadas. Por exemplo, P&D envolve risco, e o desenvolvimento de produto e serviço parte de conhecimento prévio, não se sabe exatamente

em que resultado chegará. Percebe-se, em certa medida, em determinados momentos, que o dispositivo legal que regula a atividade, promove um desincentivo ao rompimento da barreira do conhecimento. Isso ocorre porque tem o risco de ter um projeto reprovado, de ter que devolver o recurso, e em alguns momentos, acaba assumindo uma posição de conforto, optando por um projeto não tão desafiador (EG3).

O gerente destaca que a empresa tem procurado trabalhar em vários tipos de projetos, como pesquisa aplicada, que desenvolve um algoritmo ou software que tem baixo risco associado, mas que também o ganho em inovação é incremental. Tem-se investido também em projetos de inovação disruptiva, que tem alto risco de não dar certo, mas que justifica um possível resultado negativo, pois se desafiou a barreira do conhecimento. Dessa forma, tem-se trabalhado com um leque de projetos diversificados (EG3).

Nos primeiros anos de vigor da Lei 9.991/2000, esta era vista como uma obrigação.” Se você perguntar, há 18 anos, se não tivesse essa lei as empresas investiriam em inovação? Acho que investiriam, mas acho que não no montante que é aplicado atualmente” (EG3). Percebe-se, dessa forma, que a Lei de P&D da ANEEL tem relevância no desenvolvimento do setor. E o entrevistado continua relatando que

As empresas fazem inovação, se ve no dia a dia das usinas algum tipo de melhoria incremental, mas não esse montante do P&D, mas acho que as empresas aprenderam com o tempo que esse recurso do P&D, apesar de ser uma obrigação legal, tem uma destinação que é bem-vinda e benéfica, não só pras empresas que estão aplicando os recursos, mas para o setor e pra comunidade.(EG3)

Sem a Lei nº 9.991/2000, o processo de inovação ocorreria mais lentamente. Dar-se-ia preferência a inovações incrementais, de melhoria de processos, não visando novos produtos. Ocorreriam melhorias no dia a dia das companhias, e não novas perspectivas de produto. Há concorrência no setor elétrico, não de forma agressiva, mas ela ocorre, e com isso uma forma de encontrar vantagem competitiva é por meio da inovação. A inovação ocorreria de qualquer forma, talvez num ritmo mais lento (EG3).

Já o respondente EG2 não acredita que o programa de P&D da ANEEL incentive a inovação no setor elétrico. Ele acredita que a inovação não deve ser realizada como uma obrigação. Ressalta que faz sentido o governo criar condições favoráveis à inovação, que a inovação

envolve risco, incertezas, alocação de capital, e que capital que envolve risco é caro. Então, se o governo consegue diminuir o custo de capital pra isso, já é um incentivo para a inovação. O respondente destaca que “tem que inovar quem quer, e não quem é obrigado”. Ele discorre que hoje a legislação tem alguns paradoxos, que obriga a fazer investimento de P&D com alta originalidade e ao mesmo tempo obriga a investir 30% dessa verba nas regiões norte e centro oeste, que não estão necessariamente pesquisando na fronteira do conhecimento. Dessa forma, é difícil atingir os requisitos de originalidade, tendo que investir em coisas que não são de ponta, observa-se certa incoerência na lei. E destaca ainda que os planos de incentivo do governo não são responsáveis por as empresas serem mais ou menos inovadoras. (EG2)

“O modelo é ruim, não que todo modelo governamental de incentivo à inovação seja ruim, esse modelo que é ruim”, destaca. As empresas que atuam no setor são concessionárias, são detentoras e operadoras de infraestrutura, não são desenvolvedoras de infraestrutura. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico está mais associado à cadeia produtiva. No escopo da concessionária, a grande inovação se dá por meio de modelos de negócios, e não por meio de desenvolvimento de cabeça de série ou de desenvolver produto, como objetiva a ANEEL. O negócio das empresas geradoras é vender energia, não é vender produto. Então, entende-se que esse modelo está equivocado. Há modelos aplicados em outros setores que são muito mais eficientes do que o modelo utilizado no setor desde que a Lei nº 9.991/2000 foi criada. (EG2) “Quando converso com colegas de outras empresas, conheço pouquíssimos casos que em algum momento um recurso de investimento obrigatório em P&D resultou em aumento de receita ou redução de custo”. (EG2).

Segundo a gerente EG5, se não existissem incentivos como a Lei nº 9.991, muitos projetos relativos à inovação não aconteceriam. O ministério cria alguma política pública quando tem interesse de desenvolver uma determinada fonte, que muitas vezes não é competitiva, frente às outras que já estão instaladas no Brasil. São criadas regras para que a fonte se desenvolva na matriz elétrica. Há também projetos de lei para linhas de pesquisa específicas, voltadas para geração distribuída e fontes renováveis, sendo estas, formas do governo incentivar a participação dessas fontes. São, ainda, realizados leilões de reserva, que são de fontes intermitentes, sendo estas formas de incentivar. Uma vez que não está concorrendo com outras tecnologias, é mais fácil vender esse produto (EG5).

É notável, por meio do aprendizado das empresas, o avanço que se tem feito quando se compara os projetos que se realizava no início dos anos 2000, com os projetos que se tem hoje. As empresas aprenderam a utilizar esse recurso e a buscar projetos melhores, relata o gerente da empresa (EG3)

Diversos resultados positivos são oriundos dos projetos de PP&D ANEEL, como por exemplo, estudos a respeito da mobilidade elétrica, no ponto de vista de estrutura e recarga, assunto que pouquíssimas empresas no Brasil têm demandado esforço; desenvolvimento de novo modelo de poste que é autoaterrado, não precisando de aterramento por fora; estudos a respeito de tecnologia de storage, de armazenamento, dentro de uma chamada estratégica da ANEEL; ferramenta de poda mecanizada, pra realizar a poda de árvores sem risco de queda e choque, além de aumentar a produtividade. “Os resultados do Programa são satisfatórios para a empresa. Eu entendo que em empresas menores há o desafio de achar bons projetos, mas pra nós esse não é o caso”. Outro ponto positivo do Programa é o apoio de capacitação que é dado pelas universidades e pelos centros de pesquisa. (EG4)

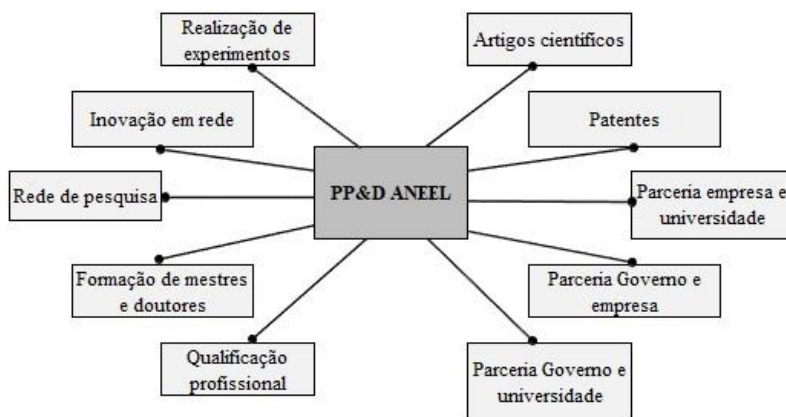
Diferentemente da indústria competitiva, em que o próprio mercado define as diretrizes de inovação, em que há liberdade para reduzir preços, e ter menos lucro, no setor regulado a empresa não tem a liberdade de baixar a tarifa, pois ela é regulada pelo governo. Tampouco é possível definir o tamanho do mercado, pois este é dado pelo tamanho da economia. Dessa forma, é importante que haja na tarifa, alguma forma de captação de recursos para inovação, porque se não tiver um programa específico, de investimento em inovação, pra alocação desses recursos, pode ocorrer o risco do setor não investir em inovação, o que no longo prazo é ruim para cada uma das empresas e pra sociedade (EG4).

Um dos momentos expressivos do setor foi quando houve mudança na Lei de P&D, em 2012. Até então, pela regra do P&D, a ANEEL tinha que aprovar os projetos anteriormente. Dessa forma, os projetos eram cadastrados na ANEEL, um especialista visitava a empresa, e o processo inteiro levava mais de um ano, o que era muito ruim considerando o prazo que se tem para aplicar o recurso. Com a mudança da regra em 2012, a própria empresa passou a selecionar, aprovar e executar os projetos, e somente no final apresenta a documentação pra ANEEL, que valida ou não o que foi feito. Isso trouxe um dinamismo muito grande para o Programa, diminuindo o risco regulatório em não cumprir os prazos de investimento (EG3).

Mesmo diante de opiniões contraditórias referentes à eficiência do PP&D ANEEL quanto ao desenvolvimento de inovações no setor, o programa teve impactos positivos sobre o volume de recursos aplicados em P&D, tanto para as empresas que não investiam em P&D antes da Lei como para os que já investiam. Estes últimos relataram que o montante de investimentos aumentou com o programa, e que as atividades que antes eram voltadas para inovação e retorno rápido, passaram a contemplar atividades de P&D propriamente ditas (POMPERMAYER et al, 2011).

O PP&D ANEEL é o programa de incentivo à inovação no setor elétrico mais importante. Cabe ressaltar que o programa ainda está em desenvolvimento, e que os resultados contemplam desde a realização de experimentos à qualificação profissional. Os resultados do PP&D ANEEL estão sintetizados na Figura 7.3.

Figura 7.3: Resultados PP&D ANEEL



Fonte: Dados da pesquisa.

7.9 SÍNTESE CONCLUSIVA ACERCA DO PROGRAMA DE P&D ANEEL

O Governo Federal, por meio da ANEEL, criou o Programa de P&D ANEEL (Lei nº 9.991/2000), instituindo que as empresas de geração, transmissão e distribuição fossem inseridas nas atividades de P&D. Desde a criação do programa até 2007, foram investidos

aproximadamente R\$ 3,5 bilhões em projetos, por parte das empresas, e no período de 2008 a 2015 o montante foi de R\$ 5 bilhões.

Algumas avaliações do programa foram realizadas ao longo dos 18 anos de existência do mesmo. Destacam-se o estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), realizado em 2011, que analisou os impactos e resultados do programa de P&D no período 2000-2007, evidenciando a abrangência da rede de pesquisa formada pelo programa; e do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) em dois momentos: o primeiro, realizado em 2015, que identificou os obstáculos e desafios no processo de pesquisa e desenvolvimento, e produção da inovação no SEB, formulando recomendações para diminuir problemas referentes à pesquisa; e o segundo, em 2017 que identificou os projetos submetidos ao PP&D ANEEL quanto às temáticas pesquisadas, e realizou uma prospecção acerca dos estudos futuros no setor elétrico.

Em 2016 o Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), e a Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) ambos do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, iniciaram projeto de P&D com duração de dois anos de execução, sob o título “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008 - 2015: formulação de propostas de aprimoramento”, com o objetivo de avaliar os resultados e impactos do PP&D da ANEEL, e formular proposições e medidas de inovações regulatórias e de políticas públicas para o aperfeiçoamento do PP&D, dentro de uma visão sistêmica.

Com a Lei nº 9.991/2000, inaugurou-se no Brasil o marco legal do PP&D ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição fossem inseridas nas atividades de P&D. Para tanto, foram criadas redes de parcerias com empresas de base tecnológica e núcleos de pesquisa de ICTs. Para as concessionárias de geração, as autorizadas à produção independente de energia elétrica e as concessionárias de transmissão ficaram obrigadas a aplicar, anualmente, no mínimo 1% da ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico.

Os recursos das empresas, destinados às ações de P&D, são distribuídos entre o FNDCT (40%), o MME/EPE (20%) e os projetos de pesquisa das empresas (40%). No entanto, na prática, observa-se que apenas uma parte (40%) do valor destinado à inovação por meio do PP&D ANEEL, é de fato destinada à P&D e inovação.

As empresas geradoras de energia têm desenvolvido os projetos de P&D juntamente com universidades públicas. As parcerias, motivadas pelos editais da ANEEL, são registradas por meio de contratos entre as partes envolvidas. Estes contratos são tramitados dentro da universidade, firmados, registrados e publicados no diário oficial da união.

O PP&D ANEEL, por meio da obrigatoriedade das empresas, possibilitou diversos projetos, que resultaram em pesquisas e desenvolvimento de projetos em várias temáticas pertinentes ao setor de energia elétrica. Os estudos tratam desde a pesquisa básica, até a inserção de produtos no mercado. Grande parte das pesquisas realizadas referente à pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental no setor elétrico é realizada com recursos provenientes do PP&D ANEEL.

No período entre 2000 e 2007, o PP&D ANEEL movimentou R\$ 1,42 bilhões, em aproximadamente 2,4 mil projetos. O valor médio anual dos investimentos corresponde cerca de 3% dos investimentos federais em P&D. Esse valor é significativo para os padrões internacionais, uma vez que nos Estados Unidos os investimentos públicos em pesquisa energética correspondem a aproximadamente 1% do total dos investimentos federais em P&D.

Entre 2000 e 2007, a maioria dos projetos foi de desenvolvimento, envolvendo inovações incrementais, que somaram 48 projetos. Estes procuraram solucionar problemas como identificação de causa de falhas em estruturas e sistemas elétricos, enquanto que os projetos classificados com inovação na fronteira tecnológica compreenderam apenas sete projetos. Nesse período, o programa incentivou a interação das concessionárias de energia elétrica com as instituições de pesquisa, mas não conseguiu formar uma rede de pesquisa com empresas relacionadas ao setor elétrico.

A partir de 2008, a ANEEL modificou a forma de aprovação e reconhecimento dos investimentos em pesquisa (ANEEL, Resolução Normativa nº 316/2008). Até então, as empresas submetiam as propostas de projetos de pesquisa à ANEEL, informando os objetivos, equipe, cronograma de execução e orçamento. Então, após avaliação, a ANEEL, aprovava as propostas de projetos que atendiam à regulação vigente no Manual de P&D. No final da execução, um relatório final era enviado à agência, que fiscalizava os gastos incorridos.

A nova forma de avaliação dos projetos, após 2008, dá-se apenas ao final da execução dos projetos cadastrados, depois que a empresa

apresenta os relatórios técnicos e financeiros e tem por finalidade o reconhecimento do investimento realizado. Então, a ANEEL verifica os relatórios e, se o projeto executado foi considerado um projeto de P&D, a agência avalia o relatório financeiro e, se aprovado, reconhece o recurso utilizado na investigação, e o subtrai do saldo da conta de P&D. Caso o valor reconhecido pela ANEEL seja diverso do custo de execução do projeto, a empresa deverá realizar o estorno do montante relativo à diferença para a conta de P&D (ANEEL, Resolução Normativa nº 316/2008).

O número de empresas que submeteram projetos ao PP&D ANEEL era crescente até 2011. Depois de 2012, com a mudança institucional, o quantitativo passou a decair. Esse fato pode, em certa medida, ser devido ao fato de que os projetos apresentados tornaram-se complexos, e as empresas que antes submetiam projetos individualmente passaram a apresentar projetos consorciados em parceria com outras empresas, dividindo o risco. Já o número de empresas participantes do PP&D ANEEL triplicou de 2001 para 2012. No entanto, o número de projetos aprovados é inferior quando se compara proporcionalmente. A partir de 2008, os projetos aprovados representavam praticamente metade dos submetidos. Isso se deve a mudança do regimento do PP&D ANEEL, que a partir de 2008 passou a avaliar os projetos somente ao final da execução dos mesmos, depois que a empresa apresenta os relatórios técnicos e financeiros.

Os projetos elaborados com a finalidade de cumprir a Lei nº 9.991/2000 devem, segundo a mesma “estar pautados pela busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica. O projeto de P&D no setor de energia elétrica deve ser original e inovador e, diferentemente da pesquisa acadêmica pura que se caracteriza pela liberdade de investigação, deverá ter metas e resultados previstos”. No entanto, o resultado pretendido pelo PP&D ANEEL não é atendido pelos projetos submetidos, pois ainda não se tem o cumprimento da cadeia de inovação e a inserção de um produto original no mercado. Grande parte dos projetos desenvolvidos no PP&D ANEEL é concluída enquanto pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Os projetos de geração e armazenamento considerados como inovação, ou seja, que chegaram ao mercado, referem-se à energia solar fotovoltaica e geração hidroelétrica.

As empresas do setor elétrico, de uma forma geral, desenvolvem projetos de baixo risco, e os riscos aos quais as empresas estão dispostas

a correr podem depender da falta de estrutura interna para desenvolvimentos de grandes magnitudes; inexistência da cultura de inovação; medo em não atingir o grau de originalidade requerido pelo PP&D ANEEL; e a falta de auxiliares técnicos. Os trabalhos de pesquisa realizados no setor são similares entre si, abordando os mesmos assuntos, apresentam baixo risco tecnológico, baixa inovação e pouca cooperação entre empresas, abordando áreas ligadas à eletrônica, de controle, de TI, de O&M e em obras civis. Os investimentos maiores ocorrem quando há chamadas estratégicas da ANEEL, uma vez que possuem menor risco de glosa.

No Brasil, a participação de patentes desenvolvidas e residentes no país é muito inferior quando comparada às internacionais, com destaque para termoeletricidade, seguido da energia dos oceanos. Grande parte da tecnologia patenteada no Brasil foi desenvolvida em outros países.

Os obstáculos e fragilidades que prejudicam as atividades de P&D e de inovação, com relação ao PP&D ANEEL, dizem respeito ao risco de glosa de recursos gastos para realização dos projetos, como procedimentos de avaliação posterior aos projetos, dificuldade de enquadramento nos critérios de originalidade e dificuldade de enquadramento nos critérios de razoabilidade de custos. No entanto, o fator avaliação posterior dos projetos foi alterado pela ANEEL em 2016, determinando que a avaliação inicial por parte da ANEEL ocorrerá apenas em projetos de P&D estratégicos. Devido à possibilidade de glosa que gera prejuízos financeiros para as empresas, estas optam por projetos menos arrojados, não apostando em todo seu potencial de P&D e inovação. Falta transparência ou objetividade para avaliação dos critérios de originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade dos custos. A burocracia que ocorre durante o desenvolvimento do projeto é tida como uma dificuldade e como um desestimulador.

Algumas mudanças foram sugeridas ao Manual PP&D ANEEL quanto aos obstáculos dos projetos e entendimento do manual. As modificações sugeridas versam sobre (a) mudanças estratégicas pontuais do programa, como a criação de uma premiação e articulação dos instrumentos de CT&I; (b) capacitação direcionada a cursos operacionais, sobre regulamentos e formação com conteúdos abrangentes, como planejamento estratégico; (c) revisão do Manual, tornando-o mais objetivo e claro; e (d) sistema de informação.

8 ESTRATÉGIA EMPRESARIAL, P&D E INOVAÇÃO

Esta seção tem como propósito responder ao quarto objetivo específico: analisar a relação entre as atividades de P&D e as estratégias das empresas de energia elétrica no Brasil. Para tanto, foram reunidas informações constantes nos sítios eletrônicos de empresas geradoras de energia elétrica e de empresas fornecedoras de equipamentos utilizados pelas geradoras, dados coletados por meio de entrevistas realizadas com os gerentes de P&D de empresas geradoras e de empresa fornecedora, e manuais do IPEA, CGEE e outros.

De acordo com Andrews (1980), a estratégia pode ser compreendida como um padrão de decisões que determinam os objetivos organizacionais, produz as principais políticas, identifica o segmento de negócio, o tipo de organização econômica e humana que a empresa pretende ser, além da natureza das contribuições econômicas e não econômicas a serem oferecidas aos acionistas, empregados, clientes e à comunidade.

Porter (1986) considera a estratégia como uma manobra para atingir vantagem competitiva, por meio do posicionamento da empresa em um setor econômico em que está inserida. Mintzberg (1994), por sua vez, define estratégia como padrão e comportamento que descreve a organização em determinado período, posição da empresa no mercado, ou perspectiva da empresa realizar suas ações. Nesse sentido, nota-se que a estratégia organizacional é particular de cada empresa, e esta pode ter como foco diversas premissas, como por exemplo, redução de custos, aumento de qualidade e inovação.

Na seção 8.1 serão descritas as características das estratégias das empresas geradoras de energia e na seção 8.2 as características das empresas fornecedoras de equipamentos para o setor elétrico.

8.1 EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA

Durante a década de 1990 o setor de energia elétrica passou por alterações estruturais e institucionais, migrando de uma configuração monopolística estatal, em que era provedor dos serviços e único investidor, para um modelo de mercado (geração), com a participação de diversos agentes e investimentos divididos com capital privado (PINTO; MAISONNAVE, 2012).

Mesmo com a competição em cena, as empresas do setor, em sua maioria empresas de grande porte (BIN et al., 2015) não se sentem, em

certa medida, ameaçadas pela concorrência, pois não sentem necessidade

de melhorar sua forma de trabalho por meio de P&D e inovação. A falta de necessidade de inovar pode ser decorrente de sua história, que era de monopólio, e para tanto, não havia necessidade de estar à frente de outras empresas.

Quando questionados a respeito da estratégia da empresa e sua relação com P&D e inovação, os gerentes de P&D relataram posicionamentos diversos. Para alguns deles, a estratégia não compreende P&D e inovação, pois a empresa tem como foco a maximização de lucros. Já para outras, o que antes era uma obrigação regulatória, hodiernamente passou a integrar o rol de interesses da empresa. Alguns trechos de entrevistas podem ser observados a seguir:

“Não. O objetivo é produzir energia” relata a gerente de P&D EG5. De acordo com Drucker (1985), sob um olhar neoschumpeteriano, a inovação é realizada pelas empresas quando estas tem interesse de criar novas combinações para serem úteis ao potencial econômico e social da empresa. Por meio do relato da entrevistada, percebe-se que para esta empresa, a inovação parece não influenciar seu objetivo, que é a produção de energia. Em outras palavras, a inovação não faz parte dos objetivos estratégicos da empresa.

Já o gerente EG3 discorre que “o programa de P&D era uma obrigação legal a ser cumprida, e aí é um processo de amadurecimento e aprendizado”. Hoje a inovação faz parte da estratégia, porque as empresas estão conseguindo perceber que através desse programa de P&D se pode trabalhar em melhorias, que, por exemplo, reduzem o custo operacional de uma usina, como no caso de inovações incrementais (FREEMAN; SOETE, 2008). Nesse sentido, Jarzabkowski (2008) relata que as escolhas estratégicas não são apenas impulsionadas por condições da indústria e pelas capacidades da empresa, mas também são reflexo das restrições formais e informais de um quadro institucional particular que os gestores enfrentam.

Chandler (1962) discorre que a estratégia empresarial é utilizada para determinar os objetivos da empresa, direcionando a organização para a ação, e para a adoção das políticas mais adequadas aos seus objetivos. Nesse sentido, o entrevistado EG3 relatou que há, no início do ano, atividade de planejamento estratégico na empresa, e um dos itens avaliados, é qual o direcionamento que será dado ao programa de

P&D, o que se objetiva com o PP&D, seja buscar projetos para reduzir custos ou projetos que romperão a barreira do conhecimento.

De acordo com Kruglianskas (1991), as empresas que enfatizam o setor tecnológico implantam uma unidade formal de P&D, enquanto que as empresas com menor ênfase em P&D realizam as atividades de P&D juntamente com outros setores, como engenharia, produção e outros. Segundo relato do entrevistado EG3, inicialmente a área de P&D da empresa ficava junto com a área de assuntos regulatórios, que trata das obrigações legais, mas hoje há diretorias de inovação, que surgiram inicialmente para atender o PP&D, e que hoje não trabalham necessariamente com inovação relacionada ao PP&D ANEEL. Percebe-se, então, que esta também foi uma mudança de paradigma.

“Foi-se o tempo em que era uma obrigação” relata outro gerente. Há algum tempo o setor percebeu que isso não é somente uma obrigação, e sim, uma oportunidade, apesar de ter regras (EG4). Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000) destacam a importância de atentar para as estratégias que emergem do aprendizado organizacional, as chamadas estratégias emergentes. Sendo assim, o entrevistado relata que a empresa tem sua estratégia pautada em dois macros pilares: negócios operacionais existentes, e negócios a serem realizados. A inovação é utilizada para realizar melhorias nos processos atuais e de projetos que permitem diversificar o portfólio, crescer, criar novos modelos, projetos estruturantes e projetos de eficiência operacional (EG4). Este relato vai ao encontro do estudo de Stoner e Freeman (1999) que definem estratégia sob duas perspectivas: o que a empresa pretende fazer, definindo objetivos e implementando missões, e o que a organização realmente realiza, ou seja, a trajetória trilhada pela empresa durante seu período de existência.

Porter (1986) considera a estratégia como uma manobra para atingir vantagem competitiva, por meio do posicionamento da empresa em um setor econômico em que está inserida. No entanto, as empresas de geração, transmissão e distribuição estão há 100 trabalhando de forma muito similar, com grande distância do cliente e do consumidor, sem necessidade de competir ou inovar, para mantê-los. As empresas geradoras utilizam o leilão para definir o direito de trabalho na fonte, então as usinas são construídas e as empresas tem concessão de 20 a 30 daquelas usinas (EG1), e dessa forma, dependem pouco da inovação para manterem seus negócios.

Nessa perspectiva, o entrevistado EG2 falou que o setor elétrico não é desenvolvedor de equipamentos, ele é consumidor destes. Além

disso, os equipamentos utilizados pelo setor tem alta durabilidade, cerca de 30, 40 anos. Na maior parte das vezes, as empresas do setor não constroem as usinas, pois são contratadas empreiteiras para esse fim. Algumas empresas do setor elétrico não tem como estratégia a inovação uma vez que é operador de infraestrutura. A maneira como a inovação está sendo conduzida no setor, à base de obrigação setorial, não é a forma mais eficiente de se fazer acontecer. (EG2)

O entrevistado EG1 declarou que são realizados projetos de inovação com os fornecedores, em que a empresa geradora indica suas necessidades, e as empresas fornecedoras desenvolvem os projetos para suprir a demanda. Por outro lado, algumas se tornam padrão no mercado.

Pompermayer, Negri e Cavalcante (2011) discorrem que nos últimos anos as empresas do setor elétrico têm realizado esforços para tornar a P&D obrigatória mais alinhada com as estratégias da empresa, procurando a utilização interna dos resultados conseguidos ou sua comercialização, e em alguns casos, geração de novos modelos de negócios. Nesse sentido, segundo Bin et al. (2015) as empresas têm se apropriado do estoque de tecnologias geradas pelos investimentos realizados desde 1998, além de priorizarem novos projetos a fim de internalizarem à empresa os benefícios gerados pelos projetos.

De acordo com Boer et al (2014), a obrigatoriedade da P&D com relação à dinâmica inovativa do setor elétrico tem solicitado processos de gestão robustos, a fim de internalizar os resultados destes. Para tanto, garantir que os esforços de P&D estejam alinhados com os objetivos das empresas é fundamental, pois diversos projetos de P&D não têm seus resultados incorporados nas empresas.

Segundo Pompermayer, Negri e Cavalcante (2011), ao realizar uma análise dos projetos submetidos ao Programa de P&D ANEEL, há alinhamento dos projetos à estratégia dos agentes, o que pode ser percebido quando se observa que diversos projetos não se enquadram em P&D, e sim em inovações incrementais a fim de gerar benefícios para as atividades das empresas, como soluções de problemas operacionais e de manutenção, que talvez não precisassem de um programa como esse para serem realizados. Os projetos que tratam de inovações na fronteira tecnológica são derivados de empresas com estratégias agressivas, em busca de liderança em novos mercados, como nas fontes de energia alternativas.

As empresas geradoras de energia elétrica publicam diversas informações em seus sítios eletrônicos, dentre elas estão estratégias de

gestão defendidas pelas mesmas. As estratégias de algumas empresas não estão claramente declaradas, então se optou por analisar também missão e visão destas empresas. No Quadro 8.1 podem ser observadas as estratégias de algumas empresas.

Quadro 8.1: Estratégias das empresas geradoras

Empresa	Estratégia
A	<p>A estratégia está orientada para consolidar sua liderança no setor de energia elétrica do Brasil e criar valor para seus acionistas por meio do aumento da eficiência operacional, da <u>diversificação do portfólio</u> e do crescimento em todos os segmentos em que atua: distribuição, fontes de geração convencionais, fontes de geração renováveis, comercialização e serviços.</p> <p>A execução da estratégia é vinculada a inovação, sustentabilidade e relacionamento com os <i>stakeholders</i> e pressupõe disciplina financeira, responsabilidade social, melhoria da governança corporativa e transformação da cultura organizacional.</p>
B	<p>A empresa busca o crescimento pautada nos preceitos do desenvolvimento sustentável. Do ponto de vista econômico, o objetivo da companhia é aumentar receitas com base na melhoria de preços futuros de energia e na ampliação de seu parque gerador, condicionada à obtenção de remuneração adequada dos investimentos. Além disso, sua sólida condição financeira, com reduzido nível de endividamento, aliada a uma forte geração de caixa, possibilita crescimento por meio da participação em novos projetos e possíveis aquisições.</p>
C	<p>Missão: abrir o acesso à energia a mais pessoas; abrir o universo da energia às novas tecnologias; abrir novas formas de gestão da energia; abrir novos usos da energia; e abrir mais parcerias. Estes objetivos ambiciosos estão sendo perseguidos por nós, com a paixão daqueles que querem mudar o mundo.</p>
D	<p>Ações Estratégicas: investimentos em projetos sociais (inclusão social, melhoria na qualidade de vida e agregação de renda das comunidades da região de abrangência da Usina); comunicação (divulgar as ações para os <i>stakeholders</i>); fortalecimento de redes e organizações sociais (apoio à interação entre as instituições sociais, públicas e privadas, para a formação de parcerias, troca de experiências e produção de conhecimento).</p>
E	<p>Visão: procura planejada e estruturada, inovando sempre com as melhores soluções técnicas em sistemas de energia de boa qualidade.</p> <p>Missão: Fornecer soluções à sociedade com produtos e serviços de qualidade e que não agredam o meio ambiente.</p>

Continua...

Continuando...

F	Missão: prover energia e serviços com qualidade e de forma sustentável, contribuindo para o bem-estar e o desenvolvimento da sociedade.
G	Missão: Fornecemos energia sustentável, acessível e confiável em todos os momentos, tornando a vida das pessoas mais segura, saudável e próspera nas regiões onde operamos. Promovemos o crescimento do nosso negócio de uma maneira mais estratégica e competitiva, mantendo a sua dinâmica e vitalidade, e criamos uma cultura corporativa internacional que segue padrões e respeita a diversidade ao mesmo tempo em que fortalece o nosso legado.
H	Missão: prover soluções integradas de energia limpa e acessível à sociedade, de maneira inovadora, sustentável e competitiva.
I	Compromisso: Antever e eliminar eventuais impactos negativos resultantes das nossas atividades no meio ambiente e na sociedade. Certificar-se de que nossos clientes se beneficiem de soluções inovadoras e ecológicas.
J	Inovação deve ser perseguida sempre. É por isso, que a empresa apoia ações de P&D em prospecção de iniciativas inovadoras que agreguem valor ao negócio e atender as diretrizes do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, da Aneel.
K	Missão: produzir energia elétrica com eficiência, de forma rentável e sustentável.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos sites de empresas geradoras

Observam-se, por meio do Quadro 8.1 que as estratégias compreendem focos diversificados, poucas empresas declaram que a estratégia ou missão organizacional compreende inovação, mas percebe-se que indiretamente, precisarão dela para atingir seus objetivos, como possibilitar novas tecnologias e novos usos de energia.

De acordo com a taxonomia de estratégias inovativas de Freeman e Soete (2008) a inovação no setor elétrico pode ser classificada em estratégia tradicional, pois as empresas do setor não procuram inovar por conta própria, assim como pouco realizam investimentos em P&D e em mecanismos de proteção como patentes. Os produtos ou serviços que oferecem não exigem mudanças, aproximando-se ao modelo de concorrência perfeita.

Os equipamentos necessários para montagem e instalação das usinas são adquiridos junto às empresas fornecedoras, que trabalham com tecnologia de ponta, a fim de oferecer aos seus clientes (geradoras)

produtos eficientes e inovadores. Sendo assim, as empresas geradoras não têm como foco a inovação tecnológica, e sim, a inovação em processos organizacionais, e em planos de negócios.

Fazendo uma análise utilizando as redes de inovação, as empresas geradoras podem ser agentes que contribuem com a inovação para o setor elétrico de forma global, por meio de P&D obrigatório ou não, não se apropriando dos resultados de forma imediata e direta nas empresas

geradoras, mas colhendo benefícios gerados pelos estudos e aplicados em tecnologia pelas fornecedoras, por exemplo, uma vez que ao solicitarem a instalação de uma usina, ou a troca de equipamentos, exigirão produtos superiores aos usados anteriormente.

O setor elétrico brasileiro tem características singulares, seu principal produto é um bem público realizado sob o regime de concessão, é regulado e dependente de políticas públicas com relação a preço, investimentos, margens e retornos (BERNINI, 2010).

As concessões para geração de energia são realizadas por meio de leilões, e com isso as empresas interessadas devem apresentar um preço. Este, por sua vez, deve ser competitivo para que tenha chance de vencer os demais participantes. Para conseguir um preço atraente, as empresas devem considerar a eficiência dos equipamentos utilizados, os custos operacionais e administrativos, entre outros. Dessa forma, indiretamente, a inovação tecnológica, de processos ou administrativa está presente nas necessidades das empresas de geração de energia elétrica.

De acordo com Amaral (2012), a concorrência pela inovação não é um elemento estratégico para as empresas do setor. Segundo o autor, a política de incentivos à P&D no setor elétrico brasileiro não tem sido capaz de promover relações adequadas entre os agentes, tampouco garantir resultados satisfatórios no que refere a padrões mais elevados de desenvolvimento tecnológico.

Apesar dos esforços governamentais de deixar o programa de P&D ANEEL mais atrativo para as empresas, por meio das mudanças no marco regulatório ocorrido em 2008, inserindo com maior ênfase a inovação nos projetos e estrutura produtiva das empresas, como cabeça de série, lote pioneiro e inserção no mercado, estes não foram suficientes para que as empresas tivessem interesse em, de fato, investirem em inovação. Isso ocorre pelo fato de que, segundo Salles-Filho (2010) essas medidas não remuneraram os esforços inovativos realizados para uso interno da empresa, como ganho de produtividade e

qualidade. Uma vez que os resultados dos processos inovativos não são internalizados, as empresas são incentivadas a comercializar tecnologia num mercado oligopolizado em que a indústria brasileira tem pouca expressividade.

8.2 EMPRESAS FORNECEDORAS DE EQUIPAMENTOS

De acordo com Pompermayer, Negri e Cavalcante (2011), no setor elétrico as inovações ocorrem por meio da atualização de equipamentos e sistemas, possibilitando ganhos de produtividade em função do tempo. Os investimentos para implantação de infraestrutura são altos, e por isso há indução de uso de equipamentos na fronteira tecnológica, pois dessa forma, a necessidade de atualização dos mesmos pode ser postergada, levando à dependência de grandes fornecedores.

Segundo Furtado (2011), as principais inovações no setor elétrico brasileiro ocorreram nos laboratórios de P&D das indústrias de materiais e equipamentos elétricos, ou seja, dos fornecedores do setor. Segundo Pavitt (1984), as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica podem ser classificadas como dependentes de fornecedores – *supplier dominated*.

Pompermayer, Negri e Cavalcante (2011) discorrem que no Brasil, assim como em outros países, a inovação no setor ocorre por meio dos fornecedores, que são responsáveis pelas inovações na cadeia de produção. Estes fornecedores têm como características serem altamente internacionalizados, em sua maioria *global players* e com presença marcante na economia brasileira. Nesse sentido, Massaguer et al. (2013) destacam que a relação entre as empresas do setor elétrico e os fornecedores de equipamentos é próxima e constante, em função dos longos períodos de fabricação e instalação dos equipamentos nos empreendimentos.

“Nossa empresa é fornecedora de equipamentos para geração de energia”. É com essas palavras que um dos gestores da empresa fornecedora de equipamentos inicia sua fala referente à empresa em que trabalha. Os atos governamentais, por meio de normas setoriais e incentivos relacionados à demanda de mercado influenciam as decisões e rumo da empresa, assim como as estratégias (EF), o que corrobora com o estudo de Jarzabkowski (2008) quanto à influência institucional na determinação de estratégias organizacionais. Recentemente, as ações voltadas para geração de energia eólica e solar têm originado bons

negócios para a empresa, principalmente o desenvolvimento de soluções para geração de energia nessas fontes, com tecnologia nacional. (EF)

A estratégia da empresa envolve, além de ganhos em produtividade e eficiência, desenvolver tecnologias e produtos inovadores (EF). Sendo assim, percebe-se que o processo de inovação está subordinado à estratégia empresarial, corroborando com estudo de Utterback (1994). A empresa utiliza estratégia inovativa ofensiva, que de acordo com Freeman e Soete (2008), é usada por empresa que busca ser líder no mercado. Nesse caso, o P&D é intensivo, e os recursos envolvidos, tanto humanos, como materiais, são específicos. Envolve riscos altos, e a proteção por meio de patentes é fundamental para garantir retorno dos investimentos.

Na empresa fornecedora entrevistada, as pesquisas são realizadas por engenheiros em laboratórios próprios e em conjunto com universidades. O setor estratégico da empresa avalia frequentemente as ações, com base nas perspectivas de mercado. (EF) De acordo com Mintzberg (2006) quando a empresa destaca a interação entre a organização e o ambiente em que ocorre o negócio, considerando o ambiente externo à organização, diz-se que a empresa adota uma estratégia de posição. O entrevistado destaca que a busca pelo aprendizado é constante pela equipe de desenvolvimento de tecnologias e produtos. A empresa conta com metodologia própria para desenvolvimento de novos produtos e atualização tecnológica do portfólio atual. (EF)

8.3 SÍNTESE CONCLUSIVA

A estratégia pode ser compreendida como um padrão de decisões que determinam os objetivos organizacionais ou como uma manobra para atingir vantagem competitiva por meio do posicionamento da empresa em um setor econômico em que está inserida. Sendo assim, a estratégia organizacional é particular de cada empresa, e esta pode ter como foco diversas premissas, como por exemplo, redução de custos, aumento de qualidade, e inovação.

Durante a década de 1990 o setor de energia elétrica passou por alterações estruturais e institucionais, mudando de uma configuração monopolística estatal para um modelo de mercado, em especial no segmento de geração, com a participação de diversos agentes e investimentos com participação do capital privado. Mesmo com a competição em cena, algumas empresas do setor, em sua maioria

empresas de grande porte, não se sentem, em certa medida, ameaçadas pela concorrência, pois não sentem necessidade de melhorar sua forma de trabalho por meio de P&D e inovação. A falta de necessidade de inovar pode ser decorrente de sua história, que era de monopólio, e para tanto, não havia necessidade de estar à frente de outras empresas.

Os equipamentos necessários para montagem e instalação das usinas são adquiridos junto às empresas fornecedoras, que trabalham com tecnologia de ponta, a fim de oferecer aos seus clientes (geradoras) produtos eficientes e inovadores. Sendo assim, as empresas geradoras não têm como foco a inovação tecnológica, e sim, a inovação em processos organizacionais, e em planos de negócios.

Fazendo uma análise utilizando as redes de inovação, as empresas geradoras podem ser agentes que contribuem com a inovação para o setor elétrico de forma global, por meio de P&D obrigatório ou não, não se apropriando dos resultados de forma imediata e direta, mas colhendo benefícios gerados pelos estudos e aplicados em tecnologia pelas fornecedoras, por exemplo, uma vez que ao solicitarem a instalação de uma usina, ou a troca de equipamentos, exigirão produtos superiores aos usados anteriormente.

As concessões para geração de energia são realizadas por meio de leilões, e com isso as empresas interessadas devem apresentar um preço. Este, por sua vez, deve ser competitivo para que tenha chance de vencer os demais participantes. Para conseguir um preço atraente, as empresas devem considerar a eficiência dos equipamentos utilizados, os custos operacionais e administrativos, entre outros. Dessa forma, indiretamente, a inovação tecnológica, de processos ou administrativa está presente nas necessidades das empresas de geração de energia elétrica.

No setor elétrico, as inovações ocorrem por meio da atualização de equipamentos e sistemas. Os investimentos para implantação de infraestrutura são altos, e por isso há indução de uso de equipamentos na fronteira tecnológica, pois dessa forma, a necessidade de atualização dos mesmos pode ser postergada, levando à dependência de grandes fornecedores, que realizam as principais inovações do setor.

A estratégia das empresas fornecedoras de equipamentos para o setor elétrico envolve, além de ganhos de produtividade e eficiência, desenvolver tecnologias e produtos inovadores, e dessa forma, o processo de inovação está subordinado à estratégia empresarial, que utiliza estratégia inovativa ofensiva. O P&D é intensivo, e os recursos envolvidos, tanto humanos, como materiais são específicos. Envolve

riscos altos, e a proteção por meio de patentes é fundamental para garantir retorno nos investimentos. A busca pelo aprendizado é constante pela equipe de desenvolvimento de tecnologias e produtos, contando com metodologia própria para desenvolvimento de novos produtos e atualização tecnológica do portfólio.

Sendo assim, apesar do ambiente mais competitivo em que estão inseridas as empresas geradoras de energia, da necessidade de apresentar preço competitivo ao participar de leilões e de precisar de equipamentos de ponta em seus empreendimentos, estas são dependentes das empresas fornecedoras de equipamentos no que diz respeito à inovação. Por isso, suas estratégias não contemplam a inovação diretamente, sendo esta a estratégia das fornecedoras.

9 PRESSUPOSTOS DA TESE

Nessa etapa da pesquisa os pressupostos são comentados, assim como sua validação ou refutação a partir dos resultados obtidos na pesquisa de campo.

9.1 PRESSUPOSTO 1

O pressuposto previamente formulado apresenta a seguinte afirmação:

Pressuposto 1: *O setor elétrico brasileiro é caracterizado por ter competição limitada (em verdade, as empresas competem ex-ante, isto é, para entrar no mercado), sendo assim, as empresas não necessitam desenvolver estratégias contínuas de inovação para manter sua posição no mercado.*

De acordo com os resultados obtidos pela pesquisa de campo realizada com as cinco empresas geradoras e a empresa fornecedora de energia, e por meio dos dados documentais, pode-se constatar que a afirmação é verdadeira. As empresas geradoras não necessitam desenvolver estratégias de inovação para manterem-se no mercado, pois a competição ocorre por meio de leilões, que ocorrem ex-ante. As empresas de geração de energia estão trabalhando de forma similar há décadas, com grande distância do cliente e do consumidor, sem necessidade de competir ou inovar, para mantê-los. As empresas geradoras utilizam o leilão para definir o direito de trabalho na fonte, então as usinas são construídas e as empresas tem concessão de 20 a 30 daquelas usinas, fazendo com que, dessa forma, dependam pouco da inovação para manterem seus negócios.

9.2 PRESSUPOSTO 2

O pressuposto previamente formulado apresenta a seguinte afirmação:

Pressuposto 2: *O setor elétrico brasileiro, objeto deste estudo, tem suas inovações baseadas em outro formato, que não decorrente da indução pela demanda (demand-pull), ou impulsionadas pela tecnologia (technology-push), isto é, a inovação no setor elétrico é incentivada por instituições, respeitando-se o progresso técnico do setor.*

De acordo com os resultados obtidos pela pesquisa de campo realizada com as cinco empresas geradoras e a empresa fornecedora de energia, pode-se constatar que a afirmação é verdadeira. Esse resultado está em conformidade com o estudo de Berr (2008), que relata que embora as geradoras de energia estejam em um ambiente em que existe a competição, esta é limitada à participação nos leilões. Os equipamentos necessários para montagem e instalação das usinas são adquiridos junto às empresas fornecedoras, que trabalham com tecnologia de ponta, a fim de oferecer aos seus clientes (geradoras) produtos eficientes e inovadores. Sendo assim, as empresas geradoras não têm como foco a inovação tecnológica. Mesmo com a competição em cena, as empresas pesquisadas não se sentem, em certa medida, ameaçadas pela concorrência, pois não sentem necessidade de melhorar sua forma de trabalho por meio de P&D e inovação. A falta de necessidade de inovar pode ser decorrente de sua história, que era de monopólio, e para tanto, não havia necessidade de estar à frente de outras empresas.

Para que as empresas do setor elétrico inovem, são necessárias ações governamentais, por meio da regulação econômica, que pode ser entendida como o conjunto de mecanismos que conduzem as ações dos agentes para atividades relacionadas à inovação, tendo como exemplo, a obrigatoriedade de investimento em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) e o desenvolvimento de novos produtos e serviços (BERR, 2008).

9.3 PRESSUPOSTO 3

O pressuposto previamente formulado apresenta a seguinte afirmação:

Pressuposto3: *Projetos de P&D e inovações não fazem parte do rol de estratégias das empresas brasileiras geradoras de energia elétrica.*

Com base nas análises foi possível verificar que a estratégia não compreende P&D e inovação, pois as empresas têm como foco a maximização de lucros. No entanto, para algumas empresas, o que antes era uma obrigação regulatória (Lei nº 9.991/2000), hodiernamente passou a integrar o rol de interesses da empresa, pois por meio da aprendizagem, algumas empresas perceberam que podem usufruir dos benefícios gerados pela inovação.

Ao observar as estratégias organizacionais das empresas geradoras de energia, nota-se que as estratégias compreendem focos diversificados, e das cinco analisadas, somente duas empresas declaram que a estratégia ou missão organizacional compreende inovação. No entanto, a inovação se faz necessária indiretamente, para atingir seus objetivos, como possibilitar novas tecnologias e novos usos de energia.

Apesar do ambiente mais competitivo em que estão inseridas as empresas geradoras de energia, da necessidade de apresentar preço competitivo ao participar de leilões e de precisar de equipamentos de ponta em seus empreendimentos, estas são dependentes das empresas fornecedoras de equipamentos no que diz respeito à inovação. Por isso, suas estratégias não contemplam a inovação diretamente, sendo esta a estratégia das empresas fornecedoras.

O Quadro 9.1 apresenta o resumo das análises dos pressupostos.

Quadro 9.1: Resumo dos pressupostos da tese.

Pressuposto	Resultado	
Pressuposto 1	O setor elétrico brasileiro é caracterizado por ter competição limitada (em verdade, as empresas competem ex-ante, isto é, pra entrar no mercado), sendo assim, as empresas não necessitam desenvolver estratégias contínuas de inovação para manter sua posição no mercado.	Aceito
Pressuposto 2	O setor elétrico brasileiro, objeto deste estudo, tem suas inovações baseadas em outro formato, que não decorrente da indução pela demanda (demand-pull), ou impulsionadas pela tecnologia (technology-push), isto é, a inovação no setor elétrico é incentivada por instituições, respeitando-se o progresso técnico do setor.	Aceito
Pressuposto 3	Projetos de P&D e inovações não fazem parte do rol de estratégias das empresas brasileiras geradoras de energia elétrica.	Aceito

Fonte: Elaboração própria.

10 CONCLUSÕES

Nesta última etapa da tese são realizadas as considerações finais e as sugestões para futuros estudos.

Este estudo representa uma iniciativa de provar empiricamente a importância das instituições no incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro. Alguns estudos evidenciaram a influência das instituições para inovação no setor elétrico, no entanto, estes não apresentaram suporte teórico nas teorias evolucionista e institucional. Considerando esta base teórica, buscou-se nesta tese responder a seguinte questão: De que forma a inovação tem sido incentivada e realizada no setor elétrico brasileiro?

O principal objetivo desta tese foi analisar o papel das instituições como incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro. Para tanto, caracterizou-se o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor elétrico brasileiro; identificaram-se as ações que a ANEEL realiza no intuito de promover a inovação no setor; analisou-se a dinâmica inovativa presente na trajetória tecnológica do setor e a relação entre as atividades de P&D; e as estratégias das empresas de energia elétrica no Brasil.

Com isso, buscou-se contribuir para pesquisas acerca das teorias evolucionista e institucional, e da inovação focadas no setor elétrico brasileiro. É pertinente frisar que não foram encontrados estudos semelhantes na literatura, o que de uma forma permite ser este um estudo pioneiro no tema, mas de outra forma pode prejudicar, em parte, a discussão dos resultados encontrados. Tendo como base estudos teóricos sobre o tema, desenvolveu-se um modelo analítico que buscou representar a realidade teórica e prática do incentivo à inovação no setor elétrico brasileiro.

Respondendo ao **primeiro objetivo específico**, que era caracterizar o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento de inovações no setor elétrico brasileiro, pode-se concluir que os resultados do estudo mostraram que o setor elétrico se desenvolveu por meio de uma trajetória institucional, guiando, por meio de legislação e normas, a inovação no setor.

Com relação ao ambiente institucional, observou-se que, durante sua trajetória, o setor passou por diversas mudanças, que possibilitaram a evolução do setor. Essa evolução viabilizou o desenvolvimento do Programa de P&D da ANEEL. O setor elétrico sofreu alterações estruturais e institucionais, migrando de uma configuração de

monopólio estatal, em que empresas públicas federais e estaduais eram provedoras dos serviços, único investidor, regulador e responsável pelo planejamento da expansão, para um modelo de mercado, com a participação de diversos agentes e investimentos assumidos de forma crescente pelo capital privado, mas retomando a responsabilidade do planejamento pelo estado em 2004.

Com a entrada de empresas privadas no setor de energia foi necessário que fossem estabelecidas normas para regulamentar a concorrência e conciliar as funções de planejamento energético, com as variáveis que influenciam investimento privado como a credibilidade das metas de expansão da capacidade produtiva e a estabilidade das regras de contratos. As instituições que regulam o setor elétrico, como a ANEEL, foram instituídas com o intuito de regulamentar o setor, buscando equilíbrio entre o Estado, os consumidores, as concessionárias de eletricidade e os investidores. Além de sua função reguladora, a ANEEL dispõe de programas que incentivam as empresas de energia elétrica a investirem em P&D e eficiência energética, obrigando as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica, com poucas exceções, a destinarem um pequeno percentual de sua receita operacional líquida em programas de eficiência e pesquisa energética.

Por meio da Lei nº 9.991/2000 foi inaugurado no Brasil o marco legal do Programa de P&D da ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição seriam inseridas nas atividades de P&D. Em 2004, o Governo Federal, com o objetivo de promover o progresso econômico e social do país, por meio de P&D, promulgou a Lei de Incentivo à Inovação, à Pesquisa Científica e Tecnológica no Ambiente Produtivo (Lei nº 10.973/2004), chamada de Lei de Inovação Tecnológica. Juntamente com a promulgação desta lei, foram criadas diretrizes para o fomento das pesquisas científicas e tecnológicas, assim como as bases legais à interação entre as universidades e as empresas para o desenvolvimento científico e tecnológico, disciplinando também normas para proteção da produção intelectual brasileira na esfera das ICT's. Nesse contexto, entende-se que o ambiente institucional, por meio de leis, guiou, norteou e estimulou o ritmo do processo de mudança e inovação do setor.

O **segundo objetivo específico** foi analisar a dinâmica inovativa presente na trajetória tecnológica do setor. Observou-se que o Estado foi responsável pela alteração da estrutura de mercado quando da abertura de mercado em 1990, por meio da Lei 8.031/1990, com a criação do

Programa Nacional de Desestatização (PND) e o Sintrel (Sistema Nacional de Energia Elétrica), possibilitando o início da competição de mercado no setor. Reflexo deste processo, em 1995, quando ocorreu a privatização por meio do leilão da Escelsa e Light-Rio.

Ao nível mais geral, a trajetória tecnológica do setor de energia elétrica brasileira pode ser classificada como mista, pois a tecnologia foi alavancada pela redução de custos (*technology push*), por demanda de novos produtos (*demand pull*) e pelas instituições.

Dentre as inovações percebidas no setor, dá-se destaque à diversificação das fontes. No início as usinas térmicas, a gás natural, e usinas a vapor foram grandes inovações no seu tempo, e mais recentemente as usinas eólicas e solares fotovoltaicas. Outras inovações importantes são a digitalização dos processos, por meio de *smart grids*; os leilões; as tecnologias que tem permitido transmitir energia de longa distância com alta tensão e que aumentam a geração, e outras que possibilitam aumento de geração hidrelétrica, utilizando as mesmas quedas d'água; além das baterias para armazenamento de energia.

Devido ao apelo sustentável, o incremento das fontes renováveis já está acontecendo, e tem um campo grande e promissor a ser trilhado no país. Cada vez mais se terá plantas solares e eólicas, fazendo com que o setor seja repensado. Embora as fontes renováveis sejam benéficas, elas são intermitentes, e esse é um desafio para P&D e inovação no setor, ou seja, buscar soluções para a intermitência das fontes renováveis. Cabe destacar a mobilidade elétrica como uma das tendências para o setor elétrico, principalmente quanto ao tipo de fonte utilizada para carregá-los.

Observou-se que a trajetória tecnológica no setor é dependente da história (*path dependence*) trilhada, assim, como das instituições. No entanto, percebe-se que apesar dessa dependência, o setor tem buscado conhecer as necessidades futuras dos consumidores, dando ênfase às tendências, como introdução de renováveis na matriz elétrica e redes inteligentes dentre outros.

Respondendo **ao terceiro objetivo da pesquisa**, identificar e analisar as ações que a ANEEL realiza no intuito de promover a inovação no setor, os resultados evidenciaram que a ANEEL realiza incentivo à inovação no setor elétrico, principalmente por meio da Lei 9.991/2000, obrigando as concessionárias de energia a investirem em P&D e inovação. Desde a criação do programa até 2007 foram investidos aproximadamente R\$ 3,5 bilhões em projetos, e no período de 2008 a 2015 o montante foi de R\$ 5 bilhões.

A Lei nº 9.991/2000, inaugurou no Brasil o marco legal do Programa de P&D ANEEL, que instituiu que as empresas de geração, transmissão e distribuição fossem inseridas nas atividades de P&D. Para tanto, foi sendo criada, de forma progressiva redes de parcerias com empresas de base tecnológica e núcleos de pesquisa de ICTs. Para as concessionárias de geração, as autorizadas à produção independente de energia elétrica e as concessionárias de transmissão ficaram obrigadas a aplicar, anualmente, no mínimo 1% da ROL em P&D do setor elétrico.

Os recursos das empresas, destinados às ações de P&D, são distribuídos entre o FNDCT (40%), o MME/EPE (20%) e os projetos de pesquisa das empresas (40%). No entanto, na prática, observa-se que apenas uma parte (40%) do valor destinado à inovação por meio do PP&D ANEEL, é de fato destinada à P&D e inovação. Os outros 60% não são utilizados em projetos de P&D.

Verificou-se que as empresas geradoras de energia têm desenvolvido os projetos de P&D juntamente com universidades públicas. As parcerias são registradas por meio de contratos entre as partes envolvidas. Estes contratos são tramitados dentro da universidade, firmados, registrados e publicados no diário oficial da união, implicando em um elevado custo de transação determinado pela burocracia pública e demora das empresas na assinatura dos contratos, segundo dados da pesquisa do GESEL.

O Programa de P&D ANEEL possibilitou diversos projetos, que resultaram em pesquisas e desenvolvimento de projetos em várias temáticas pertinentes ao setor de energia elétrica. Os estudos tratam e resultam mais de pesquisa básica, e bem menos de inserção de produtos no mercado. A quase totalidade das pesquisas realizadas referente à pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental é realizada com recursos provenientes do Programa de P&D ANEEL.

Considerando todas as fontes de energia, percebe-se que a maioria dos projetos no âmbito do Programa de P&D da ANEEL abordam tecnologias de controle, TI e conexões entre fontes. Não há projetos relacionados ao desenvolvimento ou inovação em maquinários complexos, como conversores de energia. Dessa forma, nota-se que o setor elétrico parece desenvolver projetos de menor risco, e que os riscos aos quais as empresas estão dispostas a correr podem depender da falta de estrutura interna para desenvolvimentos de grandes magnitudes; inexistência da cultura da inovação; o medo em não atingir o grau de originalidade requerido pelo Programa de P&D ANEEL; e a falta de auxiliares técnicos. Os trabalhos de pesquisa realizados no setor

apresentam baixo risco tecnológico, baixa inovação e pouca cooperação entre empresas, abordando áreas ligadas à eletrônica, de controle, de TI e em obras civis. Os investimentos maiores ocorrem quando há chamadas estratégicas da ANEEL, uma vez que possuem menor risco de glosa.

Quanto à produção de patentes, no Brasil, a participação de patentes desenvolvidas e residentes no país é inferior quando comparada às internacionais, com destaque para termoeletricidade, seguido da energia dos oceanos. Grande parte da tecnologia patenteada no Brasil foi desenvolvida em outros países. Isso pode ocorrer devido à atração do mercado brasileiro para o investimento estrangeiro direto, e ao papel das empresas internacionais com subsidiárias no Brasil, que procuram proteger suas tecnologias desenvolvidas em outros países, para que possam ser comercializadas no Brasil.

Os obstáculos e fragilidades que prejudicam as atividades de P&D e de inovação, com relação ao Programa de P&D ANEEL dizem respeito ao risco de glosa; de recursos gastos para realização dos projetos, como procedimentos de avaliação posterior aos projetos; dificuldade de enquadramento nos critérios de originalidade e dificuldade de enquadramento nos critérios de razoabilidade de custos. Devido à possibilidade de glosa que gera prejuízos financeiros para as empresas, estas optam por projetos menos arrojados, não apostando em todo seu potencial de P&D e inovação. Falta transparência ou objetividade para avaliação dos critérios de originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade dos custos. A burocracia que ocorre durante o desenvolvimento do projeto é tida como uma dificuldade e como um desestimulador.

As contribuições do Programa de P&D ANEEL para o desenvolvimento das empresas e do setor elétrico não são claras para alguns gerentes de empresas geradoras de energia, havendo opiniões discordantes entre os entrevistados. O que pode ocorrer porque os gerentes de P&D têm uma visão relativamente limitada. Já para o Centro de Pesquisa, os incentivos provenientes do Programa de P&D ANEEL são fundamentais para a promoção das pesquisas, como infraestrutura de laboratórios e capacitação de pessoal (via bolsas de pesquisa para mestrado e doutorado). Embora as opiniões dos agentes sejam diversas, é fato que os investimentos em pesquisa no setor elétrico se devem, em maior parte, aos recursos advindos do Programa de P&D ANEEL.

O **quarto objetivo específico** foi analisar a relação entre as atividades de P&D e as estratégias das empresas de energia elétrica no

Brasil. É possível concluir que mesmo com a competição em cena, as empresas entrevistadas não se sentem, em certa medida, ameaçadas pela concorrência, pois não têm necessidade de melhorar sua forma de trabalho por meio de P&D e inovação. A falta de necessidade de inovar pode ser decorrente de sua história, que era de monopólio, e para tanto, não havia necessidade de estar à frente de outras empresas.

Os equipamentos necessários para montagem e instalação das usinas são adquiridos junto às empresas fornecedoras, que trabalham com tecnologia já consagrada e em sua maioria importada, a fim de oferecer aos seus clientes (geradoras) produtos eficientes e baratos. Sendo assim, as empresas geradoras não têm como foco a inovação tecnológica, sendo que esta pouco integra as estratégias dos grupos empresariais. O objetivo das empresas é a geração de energia e o lucro. No entanto, com o tempo, algumas empresas passaram a ver a obrigação regulatória como uma oportunidade de aprendizagem, e como possibilidade de usufruir dos benefícios gerados pela inovação, notadamente em função da revolução tecnológica de cunho disruptivo em curso.

Observou-se que apesar do ambiente mais competitivo em que estão inseridas as empresas geradoras de energia, da necessidade de apresentar preço competitivo ao participar de leilões, e de precisar de equipamentos de ponta em seus empreendimentos, estas são dependentes das empresas fornecedoras de equipamentos no que diz respeito à inovação. Por isso, suas estratégias não contemplam a inovação diretamente, sendo esta a estratégia das fornecedoras.

Diante do apresentado, conclui-se que no setor elétrico a inovação tem sido incentivada por meio das instituições, e realizada basicamente através do Programa de P&D da ANEEL com recursos provenientes das tarifas das empresas de energia elétrica. As inovações concentram-se mais no desenvolvimento da pesquisa básica, em grande medida por conta da falta de cultura para de inovação, medo da glosa nos investimentos associados ao Programa da ANEEL e pelo fato das empresas fornecedoras de equipamentos terem uma atuação histórica. Desta forma, são poucas as estratégias para desenvolver produtos inovadores das empresas de energia elétrica. Esta postura mais passiva está sendo alterada notadamente pelas transformações e quebras dos paradigmas técnicos e de mercado que prevaleceram e se consolidaram no século XX. Esta nova tendência está forçando e acelerando o processo de inovação vinculado ao Programa de P&D da ANEEL, merecendo destaque a nova arquitetura de projetos de P&D associadas

às chamadas estratégicas, quando a ANEEL define determinados temas para os investimentos dos projetos como foi o caso de energia eólica, armazenamento, energia solar, etc.

Com os resultados apresentados pretende-se auxiliar acadêmicos e profissionais. Os profissionais das empresas podem utilizar as conclusões para confrontar com a realidade de suas empresas. Já os profissionais do governo podem, por meio das análises realizadas, melhorar os programas de incentivo à inovação. Para os acadêmicos, a pesquisa pode contribuir na análise dos incentivos à inovação, tanto em outros setores de infraestrutura, quanto em setores altamente competitivos.

10.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir deste estudo surgem oportunidades de pesquisa, como a aplicação do instrumento de coleta de dados em setores mais dinâmicos do ponto de vista da inovação, com tecnologia consolidada, assim como em outros setores de infraestrutura, a fim de verificar a influência das instituições na inovação dos mesmos.

A replicação desta pesquisa corrobora também o desenvolvimento da área de estudo, tendo em vista a escassez de trabalhos empíricos sobre as teorias evolucionista e institucional, principalmente no setor elétrico brasileiro. A replicação de estudos em diferentes contextos é uma característica fundamental em qualquer estudo empírico para conseguir credibilidade e confiabilidade, já que por meio das replicações e continuação das pesquisas são possíveis as regularidades empíricas. Pesquisas nessa área podem ajudar a fomentar o desenvolvimento econômico e inovativo do setor elétrico brasileiro. Outra iniciativa de pesquisa seria realizar o estudo nas empresas transmissoras e distribuidoras de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ABEEOLICA. **Associação Brasileira de Energia Eólica**. Disponível em: <<http://www.portalabeeolica.org.br>> Acesso em: 02 nov. 2016.

ABRADEE. **Visão geral do setor**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

ACORDO BRASIL-ALEMANHA DE COOPERAÇÃO NO SETOR DE ENERGIA COM FOCO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (2008). Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/24788064/2144830143/name/Acordo+sobre+Coopera%C3%A7%C3%A3o+no+pdf>> Acesso em: 09 mai. 2017.

AFONSO, O.; MONTEIRO, S.; THOMPSON, M. J. R. A growth model for the quadruple helix innovation theory. **NIPE WP**, 2010.

AFUAH, A. **Innovation management**. New York: Oxford University Press, 2003.

AGUIAR, A. C. Percepções de pesquisadores sobre atividades cooperativas de P&D: uma análise com base na teoria institucional. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. 4, p. 59-86, 2007.

ALBAGLI, S.; BRITO, J. **Glossário de Arranjos Produtivos Locais**. Edição SEBRAE: Brasília, 2003.

AMARAL, G. S. G. **A Pesquisa e Desenvolvimento no SEB**: uma investigação da Política tecnológica para o setor com base na Teoria Evolucionária da Mudança Técnica. (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ANDREWS, K. R. Directors' responsibility for corporate strategy'. **Harvard Business Review**, v. 30, 1980.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica**, 3 ed. 2008.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2012.

_____. **Investimento PED Dez-2011 Consolidado**. Brasília, DF, mar., 2014.

_____. **Dados dos empreendimentos de geração em operação no Brasil**. Relatório de Informações Gerenciais, mar., 2015.

_____. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <www.aneel.org.br> Acesso em: 12 dez. 2016.

_____. **Legislação correlata**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d/-/asset_publisher>. [Acesso em: 03 mar. 2017.](#)

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>. Acesso em: 30 set. 2018 a.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+2%C2%BA+trimestre+2018/fa14e464-2b54-bfc8-6bf1-c26b42d00d0a>. [Acesso em: 28 set. 2018 b.](#)

_____. **Capacidade Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. [Acesso em: 14 set. 2018c](#)

ANP. **Resolução ANP nº 33**, DE 24.11.2005 - DOU 25.11.2005.

Disponível em:

<http://sites.PETROBRAS.com.br/minisite/comunidade_cienciatecnologia/portugues/docs/Resolucao-ANP.pdf>. Acesso em 22. jul. 2018.

ANSOFF, H. **Estratégia Corporativa**. [Nova York: McGraw Hill, 1965.](#)

ANTUNES, F. M. **A Institucionalização do modelo regulatório do setor elétrico brasileiro: o caso das distribuidoras de energia elétrica**. 2006. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio de Janeiro, 2006.

APOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ARAÚJO, J. L. A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: reforma e crise. **Nova Economia**, v. 11, n. 1, p. 77-96, 2001.

ARAÚJO, J. L.; OLIVEIRA, A. **Diálogos da energia: reflexões sobre a última década, 1994-2004**. 7letras, 2005.

AREND, M. **50 anos de industrialização do Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária**. (Tese de doutorado). PPGE/UFRGS, Porto Alegre, 2009.

AREND, M.; CARIO, S. A. F. Desenvolvimento e desequilíbrio industrial no Rio Grande do Sul: uma análise secular evolucionária. **Economia e Sociedade, Campinas**, v. 19, n. 2, p. 39, 2010.

AREND, M.; CARIO, S. A. F.; ENDERLE, R. Instituições, inovações e desenvolvimento econômico. **Pesquisa & Debate**. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política, v. 23, n. 1, 2012.

ANP. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2015. Rio de Janeiro: ANP, 2015a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 19 out. 2017.

AVELLAR, A. P. M. **Avaliação de políticas de fomento à inovação no Brasil: impacto dos incentivos fiscais e financeiros em 2003**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ. Tese de doutorado, 2007.

AVRICHIR, I.; CHUEKE, G. V. Empreendedorismo institucional: uma análise de caso no setor de energia elétrica brasileiro. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 6, p. 140, 2011.

AWATE, S. S. Trajectory of Innovation in Emerging Industries: Evidence from the Global Wind Power Industry. **AIB Insights**, v. 14, n. 3, p. 13, 2014.

BARBOSA, D. B. Direito da Inovação. Editora Lúmen Júris. Rio de Janeiro: Editora Lúmen Júris, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições. Portugal, Lisboa: Edições 70, 2004.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, v. 7, n. 1, p. 99-120, 1991.

BARROS, H. M.; CLARO, D. P.; CHADDAD, F. R. Políticas para a inovação no Brasil: efeitos sobre os setores de energia elétrica e de bens de informática. **Administrativa de Araçatuba**, v. 43, n. 6, p. 1459-86, 2009.

BATEIRA, J. A relação Estado-mercado na perspectiva do institucionalismo original. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 95, p. 35-54, 2011.

BAUER, M. W.; GASKEL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2003.

BAUMOL, W.; PANZAR, J.; WILLIG, R. **Contestable markets and the theory of market structure**. New York: Harcourt Brace Javanovich, Inc, 1982.

BEN. Balanço energético nacional. Ministério de Minas e Energia, 2004.

BERNINI, E. J. Painel: perspectivas para o ambiente regulado: cenário e tendências. **Governança corporativa e governança pública no ambiente de negócios regulados**: reflexões para o caso do setor elétrico brasileiro. Palestra proferida em Seminários de Energia Elétrica: agências reguladoras papel e atuação no setor elétrico. São Paulo, 2010. Disponível em:

http://www.abdib.org.br/arquivos_comite/bernini_negocios-regulados. Acesso em: 10 Jun. 2016.

BERR. Business Enterprise & Regulatory Reform. Regulation and innovation: evidence and policy implications. Department of Business Enterprise & Regulatory Reform, United Kingdom, 2008.

BICALHO, R. G. A complexidade das relações no setor elétrico. **Boletim Infopetro**, v. 7, 2006.

BIN, A., VÉLEZ, M. I., FERRO, A. F. P., SALLES-FILHO, S. L. M., MATTOS, C. Da P&D à inovação: desafios para o setor elétrico brasileiro. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 3, p. 552-564, 2015.

BLOOM, N.; GRIFFITH, R.; VAN REENEN, J. Do R&D Tax Credit work? Evidence from a panel of countries 1979-1997. **Journal of Public Economics**, n. 85, p. 01-31, 2002.

BNDES. Panoramas setoriais. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14243/2/Panoramas%20Setoriais%202030%20-%20Petr%C3%B3leo%20e%20G%C3%A1s_P.pdf. Acesso em 21 ago. 2018.

BOER, Denile; SALLES-FILHO, Sergio LM; BIN, Adriana. R&D and innovation management in the brazilian electricity sector: the regulatory constraint. **Journal of technology management & innovation**, v. 9, n. 1, p. 44-56, 2014.

BP. BP Statistical Review of World Energy 2015. 2015. Data workbook.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. The geography of innovation and economic clustering: some introductory notes. **Industrial and Corporate Change**, v.10, n. 4, p. 817-833, 2001.

BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation. **The Economic Journal**, p. 388-410, 2000.

BRITTES, J. L. P.; SALLES-FILHO, S. L. M.; PFITZNER, M. S. Regulatory risk assessment of research & development in the Brazilian electrical sector. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, n. 2, p. 193-211, 2015.

BURGER, C.; WEINMANN, J. Innovation performance of the US American and European electricity supply industry. **Energy Policy**, v. 86, p. 351-359, 2015.

BURRELL, G.; MORGAN, G. **Sociological paradigms and organisational analysis**. London: Heinemann, 1979.

CABELLO, A. F. FM Pompermayer in: Impactos Qualitativos do Programa de P&D Regulado pela ANEEL. **Inovação Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL**. 1st ed., IPEA, Brasília, DF, Brazil, 2011.

CAMILLO, E. **As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais**. 2013. 212 f. 2013. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas, São Paulo.

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 2, 2012.

CARAYANNIS, E. G.; GONZALEZ, E.; WETTER, J. The nature and dynamics of discontinuous and disruptive innovations from a learning and knowledge management perspective. **The international handbook on innovation**, Part II, 2003.

CARDOSO, A. J. S.; SILOS, L. A. B. **Mundo afora**: políticas de incentivo à inovação. Brasília, 2013. Disponível em: <http://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/07/Mundo_Afora_10_incentivo-%C3%A0-nova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

CARLEY, S. The era of state energy policy innovation: a review of policy instruments. **Review of Policy Research**, v. 28, n. 3, p. 265-294, 2011.

CARVALHO, R. Q.; SANTOS, G. V.; BARROS NETO, M. C. Gestão Estratégica de P&D+ i em uma Empresa Pública do Setor Elétrico Brasileiro. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 15, n. 1, p. 32-67, 2015.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.

CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G. A Relevância da Abordagem de Sistemas de Inovação para a Área de Energia Elétrica. **Políticas Públicas para Redes Inteligentes**, p. 49, 2016.

CASTRO, N. J. ; LEITE, ANDRÉ LUIS DA SILVA; ROSENTAL, R. Integração energética: um estudo comparativo entre União Europeia e América do Sul. **Revista de Economia & Relações Internacionais**, v. 13, p. 41-56, 2013.

CASTRO, N. J.; DANTAS, G. A.; TIMPONI, R. R. A construção de Centrais Hidroelétricas e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista Economia e Energia. RJ**, n. 81, p. 20-32, 2011.

CASTRO, M. F.; LOUREIRO, L. G. K. (Org.). **Direito da energia elétrica no Brasil: aspectos institucionais, regulatórios e socioambientais**. Brasília: ANEEL; UnB, 2010.

CASTRO, N.; MARTINS, J.; PENNA, C.C.R.; ALVES, C.; ZAMBONI, L.; MOSZCOWICZ, M. Innovation Process in the Brazilian Electric Sector. **Revista do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) – UFRJ**, fev. 2016. Disponível em: <<http://www.gesel.ie.ufrj.br/index.php>>. Acesso em: 12. fev. 2017.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/ Acesso em: 02 mai. 2017.

_____. **Setor elétrico**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico>. Acesso em: 23 jan. 2017.

_____. Onde atuamos. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_afLoop=206614046167256#!%40%40%3F_afLoop%3D206614046167256%26_adf.ctrl-state%3Dp5ctx5bbl_4. [Data da postagem](#). 15/09/2017. Acesso em: 02. Fev. 2018

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. A pesquisa: noções gerais. **Metodologia científica**, v. 3, p. 50-63, 1996.

CGEE. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro**: Programa de P&D regulado pela Aneel. – Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

_____. **Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica**: Diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, v. 2, 2017.

CHANDLER JR, A. D. **Strategy and structure**: chapters in the history of the american industrial enterprise. 1962.

CHRISTENSEN, C. M.; GROSSMAN, J. H.; HWANG, J. **The innovator's prescription**: a disruptive solution for health care. New York: McGraw-Hill, 2009.

CHRISTENSEN, C. **The innovator's dilemma**: when technologies cause great firms to fail. New York: Harper Business, 2000.

CID, M.; BESSA, C. **Mundo afora**: políticas de incentivo à inovação. Brasília, 2013. Disponível em: <http://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/07/Mundo_Afora_10_incentivo-%C3%A0-nova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

CIRANI, C. B. S.; KONO, C. M.; SANTOS, A. M.; CASSIA, A. R. The Role of Public Institutions for Innovation Support in Brazil. **Brazilian Business Review**, v. 13, n. 6, p. 210, 2016.

CNPQ. Institucional. Disponível em:

http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao_institucional/. Acesso em: 05 set. 2018.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 4, n. 16, New Series, p. 386-405, 1937.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, set. 1989.

COIMBRA, M. C. **O estado regulador**. Teresina: Jus Navigandi, 2003.

COMMONS, John R. Institutional economics. **The American economic review**, p. 648-657, 1931.

CONCEIÇÃO, O. A. C. **Instituições, Crescimento e Mudança na Ótica Institucionalista**. Teses FEE. Porto Alegre: 2002.

_____. A dimensão institucional do processo de crescimento econômico: inovações e mudanças institucionais, rotinas e tecnologia social. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 85-105, abr. 2008.

_____. Há compatibilidade entre a “tecnologia social” de Nelson e a “causalidade vebleniana” de Hodgson? **Revista de Economia Política**, v. 32, n. 1, p. 109-127, jan./mar., 2012.

CORDER, S.; SALLES-FILHO, S. **Financiamento e incentivos ao sistema de eficiência, tecnologia e inovação no Brasil: quadro atual e perspectivas**. 2004. Tese de Doutorado IGE/Unicamp, 2004.

_____. Aspectos conceituais do financiamento à inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 1, p. 33-76, jan./jun. 2006.

CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. Organizations, firms and institutions in the generation of innovation. **Research policy**, v. 31, n. 2, p. 273-290, 2002.

CORICELLI, F.; DOSI, G. Coordination and order in economic change and the interpretive power of economic theory”. In Dosi et al. (orgs.)

Technical Change and Economic Theory. London: Pinter Publishers, p. 124-147, 1988.

CORREIA, Tiago et al. Trajetória das reformas institucionais da indústria elétrica brasileira e novas perspectivas de mercado. **Revista de Economia**, v. 7, n. 3, p. 607-627, 2006.

COSTA-CAMPI, M. T.; DUCH-BROWN, N.; GARCÍA-QUEVEDO, J. R&D drivers and obstacles to innovation in the energy industry. **EnergyEconomics**, v. 46, p. 20-30, 2014.

COSTA-CAMPI, M. T.; GARCIA-QUEVEDO, J.; TRUJILLO-BAUTE, E. Challenges for R&D and innovation in energy. **Energy Policy**, 2015, v. 83, p. 193-196, 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRUZ, H. N.; DIAZ, M. D. M.; LUQUE, C. A. Metodologia de avaliação de custos nas universidades públicas: economias de escala e de escopo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, n. 1, p. 46-66, 2004.

CZARNITZKI, D.; HANEL, P.; ROSA, J.M. Evaluations the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: a microeconomic study on Canadian firms. Centre for European Economic Research, **ZEW Discussion Paper**, v. 77, n. 04, 2004.

DALTRO, A. B. V.; RODRIGUES, A. N. C. **Simulação do procedimento de partida de uma turbina a gás operando em ciclo simples.** 76 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

DAMANPOUR, F. Organizational complexity and innovation: developing and testing multiple contingency models. **Management Science**, v. 42, n. 5, p. 693-716, 1996.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico.** Atlas, 2000.

DIEBOLT, C. **Education, système et régulation**. Journées d'Etudes la Régulation du Système Educatif, Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, 2001.

DING, X.; LI, J.; WANG, J. In pursuit of technological innovation: China's science and technology policies and financial and fiscal incentives. **Journal of Small Business and Enterprise Development**, v. 15, n. 4, p. 816-831, 2008.

DONADIO, L. Política científica e tecnológica. **Administração em ciência e tecnologia**, p. 17-42, 1983.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, p. 147-162, 1982.

_____. The nature of the innovative process. In: DOSI, Giovanni et al (ed.). **Technical change and economic theory**. London: MERIT, p. 221-238, 1988.

_____. **Mudança técnica e Transformação Industrial**. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.

DOSI, G.; NELSON, Richard R. An introduction to evolutionary theories in economics. **Journal of evolutionary economics**, v. 4, n. 3, p. 153-172, 1994.

DRUCKER, P. The discipline of innovation. **Harvard business review**, v. 63, n. 3, p. 67-72, 1985.

_____. **Administração de organizações sem fins lucrativos**. Cengage Learning Editores, 1994.

EDQUIST, C. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. Psychology Press, 1997.

ELETRORBRAS PROCEL. **Energia Solar para aquecimento de água no Brasil: Contribuições da Eletrobras e Parceiros**. Rio de Janeiro, 2012.

ELIAS, L. A. **Leis federais e estaduais para incentivo de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/leis-federiais-estaduais-incentivo-ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

ENERGYSAGE. Disponível em: <https://www.energysage.com/solar/>. Acesso em: 03 set.2018.

EPE. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro, maio/2012 (Nota Técnica). Disponível em: http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf. Acesso em 04 jul 2018.

_____. **Balanco Energético Nacional 2015**: ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2015.

ESCUADERO, J. M.; LÓPEZ, J. M. E. **Manual de energia eólica/Guide to Wind Energy**. Mundi-Prensa Libros, 2008.

ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2431>. Acesso em: 20 jan 2018.

ETZKOWITZ, H. Innovation in innovation: the triple helix of university-industry-government relations. **Social science information**, v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.

_____. The triple helix: science, technology and the entrepreneurial spirit. **Journal of knowledge-based innovation in China**, v. 3, n. 2, p. 76-90, 2011.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

EWEA, The Economics of Wind Energy, Prepared by S. Krohn, P-E. Morthorst, S. Awerbuch, **European Wind Energy Association**,

Brussels, Belgium, March 2009. Disponível em:
<<http://www.ewea.org>>. Acesso em: 21 Ago. 2010.

FADIGAS, E. A. F. A. **Energia eólica**. Baurer. São Paulo. Editora: Manole, 2011.

FAGERBERG, J. Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. **Journal of evolutionary economics**, v. 13, n. 2, p. 125-159, 2003.

FARIAS, P. C. L.; RIBEIRO, S. M. R. Regulação e os novos modelos de gestão no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 53, n. 3, p. 79-94, 2014.

FELIPE, E. S.; PINHEIRO, A. O. M.; RAPINI, M. S. A convergência entre a política industrial, de ciência, tecnologia e de inovação: uma perspectiva neoschumpeteriana e a realidade brasileira a partir dos anos 90. **Pesquisa & Debate**. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política, v. 22, n. 2, 2011.

FERNANDINO, J. A.; OLIVEIRA, J. L. Arquiteturas organizacionais para a área de P&D em empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 6, p. 1073, 2010.

FERREIRA, C. Redes de inovação e políticas públicas: conceitos, modelos analíticos, abordagens empíricas e preocupações das políticas na atualidade. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 1, n. 4, p. 109-128, 2013.

FERRO, J. R.; TORKOMIAN, A. L. V. A criação de pequenas empresas de alta tecnologia. **Revista de Administração de Empresas**, v. 28, n. 2, p. 43-50, 1988.

FIANI, R. **Cooperação e conflito**: instituições e desenvolvimento econômico, 2011.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**, 2ed. Londres: Frances Pinter, 1982.

_____. The “National System of Innovation” in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, n.1, p.5-24, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Editora da UNICAMP, 2008.

FREITAS, J. S.; GONÇALVES, C. A.; CHENG, L. C.; MUNIZ, R. M. O fenômeno das spin-offs acadêmicas: estruturando um novo campo de pesquisa no Brasil. **Revista de Administração e Inovação**, v. 8, n. 4, p. 67-87, 2011.

FURTADO, A. **O Sistema Setorial de Inovação do Setor Elétrico Brasileiro e o CTEneg**, 2010.

GALVÃO, M. B. A.; ARAUJO, R. M. Mundo afora: políticas de incentivo à inovação. Brasília, 2013. Disponível em: <http://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/07/Mundo_Afora_10_incentivo-%C3%A0-nova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

GARRIDO, E.; GOMEZ, J.; MAICAS, J. P.; ORCOS, R. The institution-based view of strategy: how to measure it. **BRQ Business Research Quarterly**, v. 17, n. 2, p. 82-101, 2014.

GEA. **Global Energy Assessment: towards a sustainable future**. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 2012.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research policy**, v. 33, n. 6, p. 897-920, 2004.

_____. Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple

Embeddedness Framework. **Research Policy**, v. 43, n. 2, p. 261-277, 2014.

GIL, A. C. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GODOI, C. K.; MATTOS, P. L. C. L. Entrevista qualitativa: instrumento de pesquisa e evento dialógico. In: SILVA, A. B.; GODOI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELO, R. (orgs). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed., São Paulo, 2010.

GODOY, A. S. Estudo de caso qualitativo. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, p. 115-146, 2006.

GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política energética no Brasil. **Estudos avançados**, v. 19, n. 55, p. 215-228, 2005.

GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **RAP**, v. 43, n. 2, p. 295-321, 2009.

GOODE, W.J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa Social**. 4. ed, São Paulo: Nacional, 1972.

GOVINDARAJAN, V.; TRIMBLE, C. Achieving breakthrough growth: from idea to execution. **Ivey Business Journal Online**, v. 1, p. 1-7, 2006.

GREENPEACE. O que fazemos. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/archive-brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/juventude-solar/energia-solar/>. Acesso em: 08 mai 2018.

GUEDES, C. F. B. **Políticas públicas de estímulo à P&D: uma avaliação dos resultados do programa regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL**. 124f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação, Brasília, 2010.

GUERRA, J. B. S. O. A.; DUTRA, L.; SCHWINDEN, N. B. C.; ANDRADE, S. F. Future scenarios and trends in energy generation in

Brazil: supply and demand and mitigation forecasts. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, p. 197-210, 2015.

GUIMARÃES, A. F.; BÁNKUTI, S. M. S. A inovação sob quatro abordagens teóricas da organização industrial. **Caderno de Administração**, v. 23, n. 2, p. 78-91, 2016.

HAIR, J. BABIN, B., MONEY, A., & SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Bookman Companhia, 2005.

HAMES, I. **Peer review and manuscript management in scientific journals: guidelines for good practice**. Malden: Blackwell, 2007.

HENDERSON, J. C.; SIFONIS, J. G. The value of strategic IS planning: understanding consistency, validity, and IS markets. **MIS quarterly**, p. 187-200, 1988.

HENDRY, C.; HARBORNE, P.; BROWN, J. So what do innovating companies really get from publicly funded demonstration projects and trials? Innovation lessons from solar photovoltaics and wind. **Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 4507-4519, 2010.

HODGSON, G. M. **Economics and evolution: bringing life back into economics**. University of Michigan Press, 1993.

_____. Darwinism in economics: from analogy to ontology. **Journal of evolutionary economics**, v. 12, n. 3, p. 259-281, 2002.

_____. The evolution of institutions: an agenda for future theoretical research. **Constitutional Political Economy**, v. 13, p.111-127, 2002.

_____. Institutions, recessions and recovery in transitional economies. **Revista de Economia Institucional**, v. 8, n. 15, p. 43-68, 2006.

HUNT, S.; SHUTTLEWORTH, G. **Competition and choice in electricity**. J. Wiley, 1996.

IBRAHIM, H. C. **A indústria microeletrônica no Brasil e no Rio Grande do Sul: estudo sobre padrão de desenvolvimento**. (Dissertação)

Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

IEA. **International Energy Agency**, Energy Technology Perspectives, OECD/IEA, Paris, 2010.

_____. **Energy technology perspectives 2012**: pathways to a clean energy system. Paris: OECD/IEA, 2012.

_____. **International Energy Agency**. World Energy Outlook. International Energy Agency. Paris, 2014.

IPEA. **Blog do IPEA**, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/blog/?p=768>. Acesso em: 03.abr. 2018.

ITAIPU. **História**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/nossahistoria>. Acesso em: 30 ago. 2018.

JAMASB, T., POLLITT, M. Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry. **Research Policy**, v. 37, n. 6, p. 995–1008, 2008.

_____. Why and how to subsidise energy R+ D: Lessons from the collapse and recovery of electricity innovation in the UK. **Energy Policy**, v. 83, p. 197-205, 2015.

JANNUZZI, G. M. Power Sector Reforms in Brazil and its Impacts on Energy Efficiency and Research and Development Activities. **Energy Policy**, v. 33, p. 1753-1762, 2005.

JAPIASSU, H. **As paixões da ciência**: estudos de história das ciências. Editora Letras & Letras, 1991.

JARZABKOWSKI, P. Shaping strategy as a structuration process. **Academy of Management journal**, v. 51, n. 4, p. 621-650, 2008.

JIMENEZ, L. L. Contratos, confiança e inovações em sistemas de informação. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 8, n. 2, p. 323-338, 2010.

JOHNSON, B.; LUNDVALL, B. Promovendo sistemas de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Orgs.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ; Contraponto, p. 83-130, 2005.

JOHNSON, C. **MITI and the Japanese miracle: the growth of the industrial policy 1925-1975**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1982.

JONES, S.; YARROW, G. Editorial: innovation and regulation in energy supply. **Economic Affairs**, v. 30, n. 2, p. 2-5, 2010.

JOO TEH, N.; GOUJON G.; BORTUZZO, G.; RHODES, A. UK Smart Grid Capabilities Development Programme. **Energy Generation & Supply KTN**, jul, 2011.

JORGENSEN, U. Energy sector in transition: technologies and regulatory policies in flux. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 6, p. 719-731, 2005.

JOSKOW, P. L. **Lessons Learned from the Electricity Market Liberalization**. Massachusetts Institute of Technology, Center for Energy and Environmental Policy Research, 2008.

JUN, K.; WEARE, C. Institutional motivations in the adoption of innovations: the case of e-government. **Journal of Public Administration Research and Theory**, 2010.

KENICKE, M. **Mundo afora: políticas de incentivo à inovação**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/07/Mundo_Afora_10_incentivo-%C3%A0-nova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. Epu, 1980.

KHUARANA, A. Strategies for global R&D. **Research-Technology Management**, v. 49, n. 2, p. 48-57, 2006.

KRUGLIANSKAS, I. Papel atribuído à função de P&D em empresas brasileiras de grande porte. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 26, n.3, p. 55-64, 1991.

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. **Ensaio FEE**, v. 17, n. 1, p. 355-372, 1996.

KUPFER, D. Barreiras à entrada. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia industrial**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

LAPLANE, M. **Inovações e dinâmica capitalista**. Carneiro R. Clássicos da Economia: Rio de Janeiro: Editora Ática, 1997.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEITE, A. L. S. **Modelo de mercado de capacidade com hedge para o setor elétrico brasileiro**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

LEITE, A. L. S.; CASTRO, N. J. Estrutura de governança e a formação de holdings no setor elétrico brasileiro. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2010.

_____. Crescimento e estruturação das firmas: a formação dos conglomerados do setor elétrico brasileiro. **Revista de Gestão**, v. 21, n. 3, p. 343-359, 2014.

LEITE, A. L. S.; SANTANA, E. A. Mercado de capacidade: uma alternativa para o setor elétrico brasileiro. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, n. 14, p.23-33, 2006.

_____. Concentração e desempenho competitivo no complexo industrial de papel e celulose. **Episteme**, Tubarão, v. 6, p. 7, 2007.

LEITE, A.; ALBUQUERQUE, A. B.; LEAL, M. J. **Economia do conhecimento e empresas**. Porto: Princípio Editora, 2007.

LEME, A. A. O setor elétrico entre a questão histórica e os problemas sociológicos. **Ciências Sociais Unisinos**, v. 50, n. 2, p. 166-176, 2014.

LEMOS, C.; LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. Inovação na era do conhecimento. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, p. 122-144, 1999.

LEMOS, D. C. **A interação universidade-empresa para o desenvolvimento inovativo sob a perspectiva institucionalista-evolucionária**: uma análise a partir do sistema de ensino superior em Santa Catarina. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico. Programa de Pós-Graduação em Administração. Florianópolis, SC, 2013.

LEYDEN, D. P.; LINK, A. N. Tax policies affecting R&D: an international comparison. **Technovation**, v. 13, n. 1, p. 17-25, 1993.

LOPES, H. C. A inovação no Brasil a partir dos anos 2000: um alerta a partir da teoria neoschumpeteriana. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 10, n. 4, 2014.

LOPES, Herton Castiglioni. O desenvolvimento econômico: uma proposta de abordagem teórica evolucionária e institucionalista. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 45, n. 2, p. 377-400, 2015.

LORA, E. E. S. Centrais Termelétricas a Vapor. In: LORA, E. E. S.; NASCIMENTO, M. A. R. **Geração termelétrica**: planejamento, projeto e operação. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2, 2004.

LOSEKANN, L. D. **Reestruturação do setor elétrico brasileiro**: coordenação e concorrência. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

LUENGO, M. J.; OBESO, M. Efeito da hélice tríplice em desempenho de inovação. **Revista de Administração de Empresas**, v. 53, n. 4, p. 388, 2013.

LUNARDI, M. S.; CASTRO, J. M. F.; MONAT, A. S. Visualização dos resultados do Yahoo em nuvens de texto: uma aplicação construída a partir de web services. **InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 5, n. 1, 2008.

LUNDVALL, B. **Product innovation and user-producer interaction**. Aalborg: Aalborg University Press, 1985.

_____. The learning economy: challenges to economic theory and policy. **A Modern Reader in Institutional and Evolutionary Economics: Key Concepts**. Cheltenham: Edward Elgar, p. 26-47, 2002.

_____. Why the New Economy is a Learning Economy. **Economia e Politica Industriale**: Rassegna trimestrale diretta da Sergio Vaccà / Vaccà, Sergio . Milano: FrancoAngeli, n. 117, p. 173-185, 2003.

_____. Introduction to technological infrastructure and international competitiveness by Christopher Freeman, **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 3, p. 531-539, 2004.

_____. **Knowledge management in the learning economy**. DRUID, 2006.

LUNDVALL, B., BORRÁS, S. The globalizing learning economy: implications for innovation policy. Brussels: European Commission, Directorate General XII – **Science, Research & Development**, 2007.

MACHADO, F. V. SALLES-FILHO, S., BRITTES, J. L. P., CORDER, S. M., & BOER, D. C. Research, development and innovation in the electrical energy sector of Brazil: toward a tool for the support of the decision making process. **Anais...** Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, Brasília, DF, Brasil, v. 4, 2008.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, 1992.

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

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Bookman Editora, 2012.

MASSAGUER, P. X. R., SALLES-FILHO, S. L. M., BIN, A., ZEITOUN, C., COSTA, J., ARANTES, F., & CAMPOS, F. **Avaliação de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento: influências e desafios do contexto do setor elétrico brasileiro**. 2013. Tese de Doutorado Universidade de Campinas, 2013.

MATTAR, F N. Estratificação sócio-econômica e pesquisas de marketing. **Mercado Global**, n. 96, p. 4, 1994.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. Portfolio-Penguin, 2014.

MENDONÇA, A. F. E C.; DAHL (1999). The Brazilian electrical system reform. **Energy Policy**, v. 27, p. 73–83, 1999.

MERRIAM, S. B. **Qualitative Research and Case Study: applications in education**. Georgia: Copyright, 1998.

MEYER, J. W.; ROWAN, B. Institutionalized organizations: formal structure as myth and ceremony. **American Journal of Sociology**, v. 83, n. 2, p. 340-363, 1977.

MEZZARROBA, O.; MONTEIRO, C. S. **Manual de metodologia da pesquisa de direito**. 2009.

MINAYO, M. C. S. Fase de análise ou tratamento do material. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**, v. 7, 2000.

_____. **O desafio da pesquisa social**. In: DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu; MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.)

Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 27 ed. Rio de Janeiro: Vozes, p. 9-29 2008.

MINISTERIO DAS FINANÇAS E DA RECEITA DO CANADA. Por que e como os governos apoiam atividades de pesquisa e desenvolvimento. **Parcerias Estratégicas**, v. 8, 2000.

MINTZBERG, H. **O Processo da estratégia-4**. Bookman Editora, 2006.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de estratégia**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2000.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia**. Bookman, 2001.

MIT. The future of the electric grid. **Massachusetts Institute of Technology**, 2011.

MITCHELL, W. C. The rationality of economic activity. **Journal of Political Economy**, v. 18, n. 3, p. 197-216, 1910.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**. Exercício de 2009. Mar. 2010. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme>. Acesso em: 04 out. 2016.

MORCH, R. B.; CORREIA, A. B.; LEITE, A. L. S.; BUENO, C. R.; COGAN, S. A estratégia de mercado das geradoras hidrelétricas: uma análise à luz da teoria das restrições. **Revista Gestão Organizacional**, v. 7, n. 3, p. 331-347, 2009.

MORETTO, E. M.; GOMES, C. S.; ROQUETTI, D. R.; JORDÃO, C. O. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 141-164, 2012.

MORGAN, G. Paradigms, metaphors, and puzzle solving in organization theory. **Administrative science quarterly**, p. 605-622, 1980.

MOTKE, F. D.; SILVA RAVANELLO, F.; RODRIGUES, G. O. Teoria institucional: um estudo bibliométrico da última década na web of science. **Contextus-Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 14, n. 2, p. 63-86, 2016.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX**. Editora Unicamp, 2005.

MYERS, S.; MARQUIS, D. G. **Successful industrial innovations: a study of factors underlying innovation in selected firms**. Washington, DC: National Science Foundation, 1969.

NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N. Las instituciones como factor que regula el desempeño económico. **Revista de economia institucional**, v. 3, n. 5, p. 17-51, 2001.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Estados Unidos: Harvard U. P., 1982.

NELSON, R. Recent evolutionary theorizing about economic change. **Journal of Economic Literature**, v. 33, p. 48-98, 1995.

_____. **As fontes do crescimento econômico**. Unicamp, 2006.

NEWBERY, D. **Privatization, restructuring, and regulation of network utilities**. Cambridge, MA, The MIT Press, 1999.

NOGUEIRA, L. A. H.; CARVALHO, F. N. T.; ROSA, F. Cogeração e Geração Distribuída. In: LORA, E. E. S.; NASCIMENTO, M. A. R. Geração termelétrica: planejamento, projeto e operação. Rio de Janeiro: **Interciência**, v. 2, 2004.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge University Press, 1990.

_____. **Desempeño económico en el transcurso de los años.** Conferência de Douglass C. North em Estocolmo, Suécia, 9 de dezembro de 1993 - Prêmio Nobel de Ciências Econômicas, 1993.

_____. Economic performance through time. **The American Economic Review**, v. 84, n. 3, p. 359-368, 1994.

_____. **Understanding the process of institutional change**, p. 89-108, 2005.

O SETOR ELETRICO. O sistema elétrico brasileiro.
http://www.oseletrico.com.br/web/documentos/guias_setoriais/ed-116_Pesquisa-Prestadores-de-servi%C3%A7os-para-GTD.pdf, set., 2015

OCDE, Manual de Oslo. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. **Organizações para cooperação e desenvolvimento econômico e gabinete estatístico das comunidades Européias**, 3 ed., 2005.

OCDE. **Organization for Economic Co-operation and Development.** Disponível em: <http://www.oecd.org/>. Acesso em: 07 out. 2016.

OECD. The measurement of scientific and technological activities. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. **Oslo Manual**. European Commission Eurostat, 1997.

OFGEM - Office of Gas and Electricity Markets. Smart Grid Vision and Routemap. Smart Grid Forum. February 2014.

OLDMAN, D. Sources of antagonism to 'qualitative' research. **Social Science Information Studies**, v. 1, n. 4, p. 231-240, 1981.

OLIVEIRA, A.; SILVEIRA, G. B.; BRAGA, J. M. **Diversidade sazonal do consumo de energia elétrica no Brasil**. 2000.

OLIVEIRA, R. G.; TOLMASQUIM, M. T. Regulatory performance analysis case study: Britain's electricity industry. **Energy Policy**, v. 32, n. 11, p. 1261-1276, 2004.

ORSENIGO, L. Technological regimes, patterns of innovative activities and industrial dynamics: a survey of empirical evidence and of some theoretical models. **Cahiers d'économie et sociologie rurales**, n. 37, p. 26-67, 1995.

PACHECO, R. S. Regulação no Brasil: desenho das agências e formas de controle. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 4, p. 523-543, 2006.

PAVITT, K. Sectors patterns of technical change: toward a taxonomy and theory. **Research Policy**, 1984.

PAVITT, K. Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems. **Scientometrics**, v. 7, n. 1-2, p. 77-99, 1985.

PENG, M. W. Towards an institution-based view of business strategy. **Asia Pacific Journal of Management**, v. 19, n. 2-3, p. 251-267, 2002.

PENG, M. W.; SUN, S. L.; PINKHAM, B.; CHEN, H. The institution-based view as a third leg for a strategy tripod. **The Academy of Management Perspectives**, v. 23, n. 3, p. 63-81, 2009.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RUTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. SWERA, 2017.

PEREIRA, A. J.; DATHEIN, R.; CONCEIÇÃO, O. A. C. Firms and their interaction environment: the limitations of the Transaction Cost Theory and the reach of the Evolutionary Institutional Theory. **Economia e Sociedade**, v. 23, n. 1, p. 33-61, 2014.

PEREIRA, F. A. M. A evolução da teoria institucional nos estudos organizacionais: um campo de pesquisa a ser explorado. **Revista Organizações em Contexto-online**, v. 8, n. 16, p. 275-295, 2012.

PEREIRA, L. B.; MUNIZ, R. M. Obstáculos à Inovação: um estudo sobre a geração de spin-offs universitárias na realidade brasileira. XXVI Simpósio de Gestão de Inovação Tecnológica, **Anais...**, Gramado, 2006.

PEREZ, C. Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. Ciudad de México: **Siglo XXI editores**, 2004.

PETROBRÁS. **Fatos e dados**. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/producao-de-petroleo-e-gas-natural-em-marco-3.htm>. Acesso em: 21 set. 2018.

PINTO, S. R. R.; MAISONNAVE, P. R. Inovação e investimentos no setor elétrico brasileiro sob a ótica de gestores de R&D. **Revista de Administração e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 04-27, 2012.

PIRES, J. C. L.; GIAMBIAGI, F.; SALES, A. F. As perspectivas do setor elétrico após o racionamento. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, 2002.

PIRES, J. C. L.; GOLDSTEIN, A. Agências reguladoras brasileiras: avaliação e desafios. **Revista do BNDES**, v.8, n. 16, p. 3 - 42, 2001.

PIRES, J. C. L.; PICCININI, M. S. A regulação dos setores de infraestrutura no Brasil. **A economia brasileira nos anos**, v. 90, n. 1, p. 217-260, 1999.

PÓ, M. V.; ABRUCIO, F. L. Desenho e funcionamento dos mecanismos de controle e accountability das agências reguladoras brasileiras: semelhanças e diferenças. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 4, p. 679-698, 2006.

POMPERMAYER, F. M., DE NEGRI, F., DE PAULA, J. M. P., & CAVALCANTE, L. R. Rede de pesquisa formada pelo programa de P&D regulado pela ANEEL: abrangência e características. **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**, p. 13, 2011.

PORTAL SOLAR. História da energia solar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-da-energia-solar-como-tudo-comecou.html>. Acesso em 22 fev. 2018.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Campus, 1986.

POSSAS, M. L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E.J. (org). **Ensaios sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico**. São Paulo: Marco Zero, p. 157-177, 1989.

_____. A economia política no Brasil hoje. **Revista de Economia Política**, v. 10, n.2, p. 95-115, 1990.

PRADO, O. Agências reguladoras e transparência: a disponibilização de informações pela ANEEL. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 4, p. 631-646, 2006.

QUANDT, C. O.; SILVA JUNIOR, R. G.; PROCOPIUK, M. Estratégia e inovação: análise das atividades de P&D no setor elétrico brasileiro. **Revista Brasileira de Estratégia, Curitiba**, v. 1, n. 2, p. 243-255, 2008.

QUINELLO, R.; SOUZA NASCIMENTO, P. T. O processo de inovação sob o enfoque institucionalista: um estudo etnográfico na gestão de facilidades de uma montadora do estado de SÃO PAULO. **Revista de Administração e Inovação**, v. 6, n. 1, p. 5-29, 2009.

QUINN, J. B. Estratégia para mudança. In. MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.; QUINN, J. B.; GHOSHAL, S. **O processo da estratégia**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RAMOS, E., P., P.; VECCHI, M. V.; OLIVEIRA, F., M. **Mundo afora: políticas de incentivo à inovação**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/07/Mundo_Afora_10_incentivo-%C3%A0-nova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

REDMOND, W. H. Innovation, diffusion, and institutional change. **Journal of Economic Issues**, v. 37, n. 3, p. 665-679, 2003.

REIS, L. B. **Matrizes energéticas**: conceitos e usos em gestão e planejamento. Barueri, SP: Manole, 2011.

RIBEIRO, V. C. S.; SALLES-FILHO, S. L. M.; BIN, A. Gestão de institutos públicos de pesquisa no Brasil: limites do modelo jurídico. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 3, p. 595-614, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2008.

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. **Ciência da informação**, v. 33, n. 3, p. 61-68, 2004.

ROLFSTAM, M. An institutional approach to research on public procurement of innovation. **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, v. 25, n. 3, p. 303-321, 2012.

ROSA, L. P.; TOLMASQUIM, M. T.; PIRES, J. C. L. **A reforma do setor elétrico no Brasil e no mundo**: uma visão crítica. Relume-Dumará, 1998.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta**: tecnologia e economia. Campinas: Unicamp, 2006.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International Marketing Review**. v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

RUDNICK, H.; ZOLEZZI, J. Planificación y expansión de la transmisión en mercados eléctricos competitivos. **Pontificia Universidad Católica de Chile**, 2000.

SAGAR, A. D.; HOLDREN, J. P. Assessing the global energy innovation system: some key issues. **Energy Policy**, v. 30, n. 6, p. 465-469, 2002.

SAGAR, A. D.; VAN DER ZWAAN, B. Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment, and learning-by-doing. **Energy Policy**, v. 34, n. 17, p. 2601-2608, 2006.

SALGADO, L. H.; MOTTA, R. S. **Marcos regulatórios no Brasil: o que foi feito e o que falta fazer.** 2005.

SAMUELS, W. J. The present state of institutional economics. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 4, p. 569-590, 1995.

SANTANA, Edvaldo A.; OLIVEIRA, C. A. V. **Regulação e coordenação: duas fontes de ineficiência na indústria de energia elétrica brasileira.** NEEE/PRONEX/UFSC, 1998.

SCHENDEL, D. Introduction to the winter 1992 special issue: fundamental themes in strategy process research. **Strategic Management Journal**, v. 13, p. 1-3, 1992.

SCHOPENHAUER, A. **Sobre a filosofia e seu método.** São Paulo: Hedra, 2010.

SCHUMPETER, J. A. **Socialism, capitalism and democracy.** Harper and Brothers, 1942.

_____. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1982.

_____. O Processo da Destruição Criadora. In: SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1984.

_____. **Capitalismo, sociedade e democracia.** São Paulo: Abril Cultural, 1988.

_____. **Teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1989.

_____. **Diez grandes economistas: de Marx a Keynes.** Alianza Editorial, 1997.

SELLTIZ, W. C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**, v. 2, p. 2, 1987.

SELZNICK, P. Focusing Organizational research on Regulation, In: Noll, P. **Regulatory Policy and the Social Sciences**, Berkeley, CA, 363, 1985.

_____. Institutionalism “old” and “new”. **Administrative Science Quarterly**, Ithaca, v. 41, n. 2, p. 270-277, 1996.

SENADO. **Leis federais e estaduais para incentivo de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Disponível em:

<<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/leis-federiais-estaduais-incentivo-ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

SIFFERT FILHO, N. F.; ALONSO, L. D. A.; CHAGAS, E. B. D.; SZUSTER, F. R.; SUSSEKIND, C. S. O papel do BNDES na expansão do setor elétrico nacional e o mecanismo de Project Finance. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, n. 29, p. 3-36, 2009.

SIGNORINI, G.; ROSS, R. B.; PETERSON, H. C. Governance strategies and transaction costs in a renovated electricity market. **Energy Economics**, v. 52, p. 151-159, 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação, 2001.

SILVA, R. M. **Energia solar no Brasil: dos incentivos ao desafios**. 2015.

SILVEIRA NETO, O. S.; MENDONÇA, S.F.A. O equilíbrio de Nash e seus reflexos na teoria dos mercados regulados. **Revista Constituição e Garantia de Direitos**, v. 4, n. 1, p. 1-22, 2011.

SIMON, H. **Models of Man: social and rational**. New York: Wiley, 1957.

SMART GRID. **Recovery act**. Disponível em:

<www.smartgrid.gov/recovery_act/>. Acesso em: 23 abr. 2017.

SMITH, W. Covering political and regulatory risks: Issues and options for private infrastructure arrangements. Dealing with Public Risk in Private Infrastructure. **World Bank Latin American and Caribbean Studies**, Washington, v. 12, p. 45-88, 1997.

SOUZA, E. M. MENEZES, R. A. G., FRANCO, C., & BATISTA, P. C. S. Inovação como mecanismo de fuga do isomorfismo organizacional. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 72-93, 2013.

SPULBER, D. F. Product variety and competitive discounts. **Journal of Economic Theory**, v. 48, n. 2, p. 510-525, 1989.

STAKE, R. E. Case studies. In: DENZIN, N. K. (Edit.); LINCOLN, Y. S. (Edit.). **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: SAGE, 2000.

STAL, E. Inovação tecnológica, sistemas nacionais de inovação e estímulos governamentais à inovação. In: MOREIRA, D. A.; QUEIROZ, A. C. S. (Orgs.). **Inovação organizacional e tecnológica**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

STONER, J. A. F; FREEMAN, R. E. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 1999.

SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A.; ANDERSON, D. R. **Estatística aplicada à administração e economia**. Thomson Pioneira, 2007.

TAFFAREL, M.; SILVA, W. V.; CLEMENTE, A.; VEIGA, C. P.; CORSO, J. M. The Brazilian electricity energy market: the role of regulatory content intensity and its impact on capital shares risk. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 5, n. 1, p. 288, 2015.

TANG, J. Exploring the constitution of entrepreneurial alertness: the regulatory focus view. **Journal of Small Business and Entrepreneurship**, v. 22, n. 3, 2009.

TAVARES, P. V.; KRETZER, J.; MEDEIROS, N. Economia Neo-Schumpeteriana: expoentes evolucionários e desafios endógenos da indústria brasileira. **Economia Ensaios**, v 19, n. 3, Dezembro, 2005.

TEECE, D. Capturing value from knowledge assets: the new economy, markets for know-how, and intangible assets. **California Management Review**, v. 40, n. 3, p.55–79, 1998.

TEECE, D.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. **Industrial and Corporate Change**, v. 3 n. 3, p. 537-556, 1994.

TEIXEIRA, F. N.; LORA, E. S. Experimental and analytical evaluation of NOx emissions in bagasse boilers. **Biomass and Bioenergy**, v. 26, n. 6, p. 571-577, 2004.

TIDD, J.; BESSANT, J. PAVITT, K. **Managing Innovation: Integrating technological, market and organisational change**. Chichester Wiley, 2005.

TIGRE, P. B. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**, n. 3, p. 67-111, 1998.

_____. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. São Paulo: Campus, 2006.

TOMALSQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012.

TOLMASQUIM, M.; PIRES, J. C. L. Reformas institucionais e forças de mercado: lições da indústria de eletricidade europeia. **Revista Brasileira de Energia**, v. 5, n. 1, p. 7-23, 1996.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Termelétrica: Gás Natural, Biomassa, Carvão, Nuclear** / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord). – EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TRIVINOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1992.

TROT, P. **Gestão da inovação e desenvolvimento de novos produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

UNRUH, Gregory C. Understanding carbon lock-in. **Energy policy**, v. 28, n. 12, p. 817-830, 2000.

UK. UNITED KINGDOM. HM TREASURY. Supporting growth in innovation: enhancing the R&D tax credit, jul, 2005.

UTTERBACK, J. M. **Mastering the dynamics of innovation**. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

VAN DE VEN, A. H.; POLLEY, D. E.; GARUD, R.; VENKATARAMAN, S. **The Innovation Journey**. Oxford University Press; NY, 1999.

VEBLEN, T. Why is economics not an evolutionary science?. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 12, n. 4, p. 373-397, 1898.

VEIGA, J. E. A convergência entre evolucionismo e regulacionismo. **Revista de Economia Política**, v. 20, n. 2, p. 78, 2000.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos de estágio e de pesquisa em Administração**, 2010.

WALISIEWICZ, M. **Energia alternativa: solar, eólica, hidrelétrica e de biocombustíveis**. Publifolha, 2008.

WHITTINGTON, R. Learning more from failure: Practice and process. **Organization Studies**, v. 27, n. 12, p. 1903-1906, 2006.

WILLIAMSON O. E. **Markets and Hierarchies**. New York Free Press, 1975.

_____. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: New York Press, 1985.

_____. Hierarchies, markets and power in the economy: an economic perspective. **Industrial and corporate change**, v. 4, n. 1, p. 21-49, 1995.

_____. **The mechanisms of governance**. New York: Oxford University Press, 1996.

_____. The new institutional economics: taking stock, looking ahead. **Journal of economic literature**, v. 38, n. 3, p. 595-613, 2000.

WILLRICH, M. **Electricity transmission policy for America: enabling a smart grid, end-to-end**. 2009.

WRIGHT, S., MASON, R., MILES, D. **A study into certain aspects of the cost of capital for regulated utilities in the U.K.** London: Report, Smithers & Co. Ltd., 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. York: Harper Business, 2000.

ZALTMAN, G.; DUNCAN, R.; HOLBECK, J. **Innovativeness and rganizations**. NY: John Wiley and Sons, 1973.

ZAWISLAK, P. A. Uma abordagem evolucionária para análise de casos de atividade de inovação no Brasil. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 17, p. 323-354, 1996.

ZAWISLAK, P. A.; MARINS, L. M. Strengthening Innovation in Developing Countries. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 4, p. 44-54, 2008.

ZHENG, C.; WANG, B. X. Innovative or imitative? Technology firms in China. **Prometheus**, v. 30, n. 2, p. 169-178, 2012.

ZIVIANI, F.; FERREIRA, M. A. T.. Barreiras e obstáculos à inovação no setor elétrico brasileiro: desafios e oportunidades. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 209-234, 2013.

ZYSMAN, John. How institutions create historically rooted trajectories of growth. **Industrial and corporate change**, v. 3, n. 1, p. 243-283, 1994.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA EMPRESA

História	
1	Como as ocorrências institucionais (governo, políticas, normas setoriais, marcos regulatórios) passadas influenciam a condução dos negócios da empresa?
2	Você pode identificar momentos históricos que influenciaram a empresa e o setor elétrico?
3	Quais foram os momentos críticos do setor, melhores e piores?
4	De que forma os marcos regulatórios setoriais interferem em suas atividades?
5	Quais inovações foram fundamentais para o setor? Como a tecnologia (inovação) participou da história da empresa?
6	As ações de hoje acontecem em função de decisões tomadas no passado?
Perspectiva Evolucionária	
7	Quando percebem alguma necessidade de mudança, como procedem? Isso acontece com frequência? Como o governo participa desse processo? Existe alguma ação da empresa para buscar melhorias?
8	As instituições (governo e leis) que participam do setor contribuem com a mudança tecnológica? Em quais sentidos?
9	Quais foram as principais mudanças ocorridas no processo de produção da empresa em que trabalha?
10	O que tem levado a empresa a realizar melhorias em seu processo de produção?
11	A empresa desenvolve trabalho de P&D junto a centros de pesquisas ou universidades? São públicos ou privados?
12	De modo geral, qual é a estratégia de desenvolvimento da empresa?
Aprendizado / Hábitos	
13	Há preocupação em buscar novos aprendizados? Com quem costumam buscar informação? Acredita que isso gera benefícios para a empresa?
14	Existe algum procedimento interno para recapitular os acontecimentos? Procuram identificar pontos falhos? Como fazem isso?
15	Como costumam aprender na empresa? Com os próprios feitos, com os outros, de que maneira?
16	Existe recorrência nas formas de aprendizado? Costumam repetir as mesmas rotinas para aprender?
17	A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) contribui para o desenvolvimento da empresa?
Incentivos	

18	Qual a relação da empresa com as políticas e regimes de incentivo à indústria? Acredita nessas políticas?
19	Existe algum incentivo que seja considerado o mais importante ou significativo para a empresa, no que diz respeito a trabalhos realizados no setor elétrico?
20	Como os incentivos afetam o desenvolvimento da empresa? Ao longo dos anos, é possível notar uma melhora ocasionada por esses incentivos?
21	Como os planos de governo influenciam o dia-a-dia da empresa?

**APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA
CENTRO DE PESQUISA**

História	
1	Como a sua instituição visualiza o setor de energia elétrica?
2	Como tem se desenvolvido as atividades de pesquisa ao longo dos anos? Você nota alguma mudança importante? Como eram as pesquisas no setor antes da Lei 9.991/2000?
3	Como os fatos passados interferem na condução das ações no presente? Pode citar exemplos?
4	De que forma os marcos regulatórios setoriais interferem nas atividades de pesquisa?
5	Quais pesquisas/ inovações do setor elétrico foram realizadas no centro de pesquisa em que trabalha?
Perspectiva Evolucionária	
6	Quando percebem alguma necessidade de mudança nas pesquisas, como procedem? Isso acontece com frequência? Como o governo participa desse processo?
7	É possível notar grandes avanços ou retrocessos no padrão tecnológico?
8	As instituições que participam do setor (ANEEL, entre outras) contribuem com a mudança tecnológica? Em quais sentidos?
9	O centro de pesquisa realiza trabalho em conjunto com empresas do setor de energia elétrica?
10	Qual a tendência para a inovação no setor elétrico brasileiro?
Custos	
11	Como as atividades são executadas? Os relacionamentos são contratados?
12	Os acordos e contratos são respeitados por todos? Há incidência de quebra contratual?
13	Como os custos interferem no andamento das pesquisas?
Aprendizado	
14	O tema aprendizado, hoje em dia, é muito utilizado no cenário econômico. Poderia nos dizer como o aprendizado interfere no dia-a-dia da instituição em que trabalha?
15	Há preocupação em buscar novos aprendizados? Com quem costumam buscar informação?
16	Como costumam aprender no centro de pesquisa? Com os próprios feitos ou com os outros? De que forma?
	Costumam repetir as mesmas rotinas para aprender?
Mudança	
17	Como as pesquisas mudaram com o passar dos anos?
Hábitos	
18	Acredita que os hábitos rotineiros podem contribuir com o desenvolvimento das pesquisas? Como isso pode acontecer?

19	Acredita que o conjunto de instituições que participam do setor de energia elétrica, incluindo a sua entidade, contribui com o desenvolvimento setorial?
Incentivos	
20	Qual a relação do centro de pesquisa com as políticas e regimes de incentivo ao setor? Acredita nessas políticas?
21	Existe algum incentivo que seja considerado o mais importante para realização de pesquisas?
22	As pesquisas são financiadas pelo governo ou pelas empresas de energia elétrica?

ANEXO A

FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZADAS NO BRASIL

De acordo com Cassiolato e Podcameni (2016), “a trajetória tecnológica global do setor elétrico se encontra em um momento de grandes transformações e perante grandes desafios tecnológicos”. Percebe-se que a trajetória tecnológica do setor elétrico brasileiro tem sido dependente da trajetória institucional do mesmo, e dependente de tecnologias estrangeiras.

A matriz elétrica do Brasil contempla hoje fontes renováveis e não renováveis, tais como hidrelétrica, termelétrica (carvão, gás, biomassa e petróleo), eólica, solar e nuclear. As fontes evoluíram em tecnologia e em potência, e com isso, as fontes introduzidas mais recentemente, como a eólica, ganharam espaço na matriz brasileira.

A configuração da matriz elétrica brasileira em 2018 pode ser observada na Tabela 1. De acordo com esta tabela, é possível observar que, das oito formas de produção de energia existentes no país, a fonte hidrelétrica continua ocupando o primeiro lugar, com 68,1% do total da matriz, seguida da termelétrica com gás natural e biomassa, com respectivamente 9,1% (segunda posição) e 8,2% (terceira posição), e as fontes eólica e solar somam juntas 5,4% (quarta posição). Percebe-se que as fontes mais antigas estão perdendo posições para fontes mais recentes, como a eólica.

Tabela 1: Matriz elétrica brasileira

Forma de produção	Porcentagem que ocupa na matriz brasileira
Hidrelétrica	68,1%
Biomassa	8,2%
Eólica e Solar	5,4%
Gás natural	9,1%
Derivados de petróleo	2,4%
Carvão	4,2%
Nuclear	2,6%

Fonte: EPE (2018).

O tempo de construção e a vida útil das usinas por fonte elétrica podem ser observados na Tabela 2. Por meio da Tabela 2, nota-se que as usinas eólica e solar, tecnologias relativamente novas quando comparadas com as demais, são construídas rapidamente, uma vez que

levam em média, apenas um ano para ficarem prontas. Estas utilizam componentes e equipamentos que já estão prontos, demandando, dessa forma, escolha do local e montagem das usinas. Já as usinas hidrelétricas necessitam além da escolha do local, e dos equipamentos, a construção das barragens, em alguns casos, por exemplo, sendo esta uma etapa demorada devido à sua complexidade.

Tabela 2: Vida útil das usinas

Fonte	Vida Útil	Tempo de Construção
Eólica e solar	25 anos	1 ano
Gás natural	30 anos	2 anos
Carvão mineral	40 anos	4 anos
Nuclear	60 anos	7 anos
Hidrelétrica	80 anos	5 anos

Fonte: Adaptado de Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition (NEA/IEA, 2015)

Segundo Dosi (1982), no paradigma tecnológico, há um padrão de solução de problemas, cujos resultados de progresso dentro desse compõem certa trajetória tecnológica, aprimorando a tecnologia, por meio da percepção de oportunidades percebidas pelos agentes. De acordo com Dosi (1988) o paradigma tecnológico é específico de cada tecnologia, ou seja, é uma tecnologia de mudança técnica, com base informações resultantes do conhecimento formal e das capacitações acumuladas pelos inovadores, por meio de experiências anteriores ligadas a cada tecnologia e setor. A trajetória tecnológica por ser considerada como um padrão de progresso por meio da solução incremental dos *trade-offs* demonstrados por um paradigma tecnológico. A seguir serão apresentadas as características e trajetórias tecnológicas das fontes de energia utilizadas no Brasil.

Energia hidrelétrica

A fonte de energia hidrelétrica utiliza o fluxo das águas como combustível para geração de eletricidade. Para tanto, é escolhido o local ideal para a construção da usina, considerando-se o projeto de engenharia, os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, assim como a viabilidade econômica do empreendimento (CCEE, 2018).

A construção de uma usina hidrelétrica compreende o desvio do curso do rio e a formação do reservatório. Turbinas que estão ligadas a geradores são movimentadas pelas águas do rio, tornando possível a conversão da energia mecânica em elétrica (CCEE, 2018).

A primeira hidrelétrica a ser construída data do final do século XIX, localizada junto às quedas d'água das Cataratas do Niágara, na América do Norte. Até aquele momento, a energia hidráulica da região tinha apenas sido usada para produção de energia mecânica (ANEEL, 2008). Nesse período, o Brasil construiu sua primeira hidrelétrica, em Diamantina, Minas Gerais, utilizando as águas do Ribeirão do Inferno, um afluente do rio Jequitinhonha. A hidrelétrica possuía 0,5 megawatts (MW) de potência e linha de transmissão de dois quilômetros de extensão (CCEE, 2018).

Com o tempo, a potência instalada das usinas aumentou muito (CCEE, 2018), porém o princípio básico de funcionamento para produção e transmissão da energia manteve-se inalterado, sendo que o que melhorou foram as tecnologias que possibilitam a obtenção de maior eficiência e confiabilidade do sistema (ANEEL, 2008). A Hidrelétrica de Três Gargantas, na China, construída em 2006, é hoje a maior hidrelétrica do mundo, com capacidade de geração total de 22.500 MW, superando a Itaipu Binacional, a maior até então, com capacidade de 14.000 MW (CCEE, 2018).

De acordo com Tolmasquim (2016), as usinas hidrelétricas tiveram a maior contribuição na geração de energia elétrica no Brasil, chegando à participação média de 92% nas décadas de 1970, 1980 e 1990. A partir de 2000, a contribuição da geração hidráulica diminuiu, mantendo-se abaixo dos 90%, e fechando 2012 com menos de 80%, e 2014 com aproximadamente 65,2%.

As principais variáveis utilizadas na classificação de uma usina hidrelétrica são interdependentes. São elas: altura da queda d'água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório. Sendo assim, a altura da queda d'água e a vazão dependem do sítio de construção e definirão a capacidade instalada, que, dessa forma, determinará o tipo de turbina, barragem e reservatório (ANEEL, 2008).

É a potência instalada que determina o porte das usinas, classificadas em grande ou médio porte ou Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Três classificações são adotadas pela ANEEL: (a) Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada); (b) Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de

potência instalada); e (c) Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW de potência instalada) (CCEE, 2018).

De acordo com o porte da usina, serão determinadas as dimensões da rede de transmissão necessária para levar a energia até o centro de consumo, sendo que quanto maior a usina, mais distante ela estará dos grandes centros. As linhas de transmissão podem atravessar o território de vários Estados. As PCHs e CGHs, que estão instaladas junto a pequenas quedas d'água no geral, abastecem pequenos centros consumidores, além de unidades industriais e comerciais individuais, e não demandam instalações tão extensas para o transporte da energia (CCEE, 2018).

A partir de 1962, a Eletrobrás passou a fazer inventários de potencial hidrelétrico em quase todo o território nacional, apontando os locais para a implantação de usinas hidrelétricas. Além da Eletrobrás surgiram outros órgãos estatais que ajudaram na qualificação de processos planejamento e administração da geração de energia via hidrelétricas (MORETO et al., 2012).

Os países que detêm recursos naturais que podem ser transformados em fontes de produção de energia têm como benefícios a redução da dependência do suprimento externo, e com isso o aumento da segurança no que se refere ao abastecimento de um serviço essencial para o desenvolvimento econômico e social. Quanto ao potencial hídrico, tem-se ainda o baixo custo do suprimento quando comparado com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural) e a não emissão de gases causadores do efeito estufa (ANEEL, 2008).

Tolmasquim (2016) relata que os maiores obstáculos à expansão da fonte hidrelétrica no Brasil são ambientais e judiciais. Em especial, após a promulgação da Constituição Federal de 1988, que impôs restrições ambientais, com destaque para a restrição a construção de grandes reservatórios, que eram primordiais no planejamento setorial. Nos anos de 2007 e 2008 houve discussões a respeito do atraso de algumas obras referentes à construção de usinas, e a justificativa para tais ocorridos foi a dificuldade em conseguir o licenciamento ambiental, devido a processos em trâmites judiciais. Há também alegações de que as construções realizadas na Amazônia provocam impactos tanto na população que ali reside, como na fauna e na flora (ANEEL, 2008). Castro, Dantas e Timponi (2011) comentam que os impactos gerados pela construção das usinas hidrelétricas são locais e relevantes para as populações que vivem em seus entornos.

A Itaipu Binacional é um marco para o setor elétrico do Brasil e do Paraguai. Antes da construção de Itaipu, o Paraguai tinha apenas uma hidrelétrica de pequeno porte, a Icaray. Já o Brasil, com a Itaipu, firmou a opção pela energia produzida por meio do aproveitamento da força dos rios, e praticamente dobrou a capacidade do Brasil de gerar energia. Quanto à potência instalada, que antes era de 16,7 mil megawatts, passou a contar com mais 14 mil megawatts (ITAIPU, 2018).

A trajetória para construção da Itaipu Binacional pode ser observada no Quadro 1:

Quadro 1: Itaipu Binacional

Ano	Etapa
1973	Assinatura do tratado de Itaipu. Crise mundial provocada pelo aumento do preço do petróleo. Intensificação da exploração de fontes de energia renováveis para assegurar desenvolvimento do Brasil e do Paraguai.
1983	Primeiro giro mecânico de uma turbina em 17 de dezembro.
1984	Inicia-se a produção de energia em 5 de maio, entrando em operação a primeira das 20 unidades geradoras do projeto.
2000	Geração de 93,4 bilhões de quilowatts-hora, sendo estabelecido recorde mundial de produção.
2004	Ao completar 20 anos de atividade, a usina havia gerado energia suficiente para abastecer o mundo durante 36 dias.
2007	Entram em operação as últimas duas das 20 unidades geradoras previstas no projeto da usina. Com as 20 unidades geradoras em atividade e o Rio Paraná em condições favoráveis, com chuvas em níveis normais em toda a bacia, a geração poderá chegar a 100 bilhões de quilowatts-hora. A Itaipu Binacional quebra seu próprio recorde, de 2000, e estabelece uma nova marca mundial: 94.684.781 megawatts-hora (MWh) gerados no ano.
2012	Em oito de agosto, às 18h55, a maior produtora de energia elétrica limpa e renovável do planeta alcança a marca histórica de 2 bilhões de megawatts-hora (MWh) produzidos desde que a usina entrou em funcionamento, em 1984.
2016	Ultrapassou 100 milhões de megawatts-hora (MWh) de geração anual, sendo a primeira hidrelétrica do mundo a atingir tal geração. Com um total de 103.098.366 MWh, a usina superou o recorde de 98,8 milhões de MWh estabelecido pela chinesa Três Gargantas, em 2014, e recuperou o primeiro lugar mundial em produção anual de energia limpa e renovável.

Fonte: ITAIPU (2018).

A Itaipu Binacional é considerada a usina líder mundial na produção de energia limpa e renovável. Esta produziu, desde o princípio de sua operação, aproximadamente 2,5 bilhões de MWh. A usina é capaz de fornecer cerca de 15% da energia consumida em território brasileiro, e 86% da energia consumida no Paraguai, por meio das 20 unidades geradoras e potência instalada de 14.000 MW (ITAIPU, 2018).

Quando comparada a outras hidrelétricas no mundo, percebe-se que mesmo sendo uma das usinas com menor tempo de operação, é a que mais tem produção acumulada, chegando a 2,5 bilhões de MWh (ITAIPU, 2018). **Estes dados podem ser observados na Tabela 3.**

Tabela 3: Comparativo entre a produção acumulada das maiores usinas hidrelétricas do mundo

Usina	País	Início da Operação	Produção Acumulada em bilhões de MWh
Itaipu Binacional	Brasil – Paraguai	1984	2,5
Guri	Venezuela	1978	1,4
Três Gargantas	China	2006	1,1
Grand Coulee	Estados Unidos	1941	1,1
Sayano-Shushenskaya	Rússia	1978	1
Churchill Falls	Canadá	1971	1
Tucuruí	Brasil	1984	0,9
Volzhskaya	Rússia	1961	0,8
Ust-Ilimsk	Rússia	1980	0,8
Robert-Bourassa	Canadá	1979	0,8
Krasnoyarsk	Rússia	1971	0,7
Tarbela	Paquistão	1976	0,4

Fonte: (ITAIPU, 2018).

No que diz respeito à capacidade instalada, a Itaipu Binacional perde posição apenas para a Usina Três Gargantas, localizada na China, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Potência das maiores geradoras hidrelétricas mundiais

Usina	Potência
Três Gargantas (China)	22.400 MW
Itaipu	14.000 MW
Guri (Venezuela)	10.000 MW
Tucuruí (Brasil)	8.370 MW
Grand Coulee (Estados Unidos)	6.809 MW
Sayano Shushenskaya (Rússia)	6.400 MW
Krasnoyarsk (Rússia)	6.000 MW
Robert-Bourassa (Canadá)	5.616 MW

Fonte: ITAIPU (2018).

A oferta de projetos hidrelétricos diminuiu em função da ausência de inventários hidrelétricos na década de 1990 e também devido à dificuldade de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos. A partir de 2004, os estudos e inventários hidrelétricos passaram a ser realizados novamente, com a criação da EPE. Com isso, o que passou a ser avaliado é o teor do processo de avaliação de impactos ambientais dos projetos de geração de energia elétrica (CASTRO; DANTAS; TIMPONI, 2011).

A crise do petróleo ocorrida em 1973 pode ter influenciado na decisão de qual fonte escolher para investimento, dando preferência à hidrelétrica (MORETO et al., 2012). Bermann (2007) destaca que a opção brasileira pelas usinas hidrelétricas ocorre pelo seu potencial hidrelétrico, o que faz essa fonte ter vantagem sobre as demais. No entanto, os danos ambientais que esta fonte gera são diversos, como a obrigação de atividades econômicas a jusante e à montante da barragem, redução da qualidade da água, a maximização de doenças por via hídrica e o deslocamento da população e atividades anteriormente localizadas no local em que a construção foi realizada.

Energia termelétrica

A geração de energia termelétrica teve início na década de 1940, mediante sua integração às disposições do Código das Águas. A fonte termelétrica utiliza como combustíveis o gás natural, a biomassa, o carvão e o petróleo.

1. Gás natural

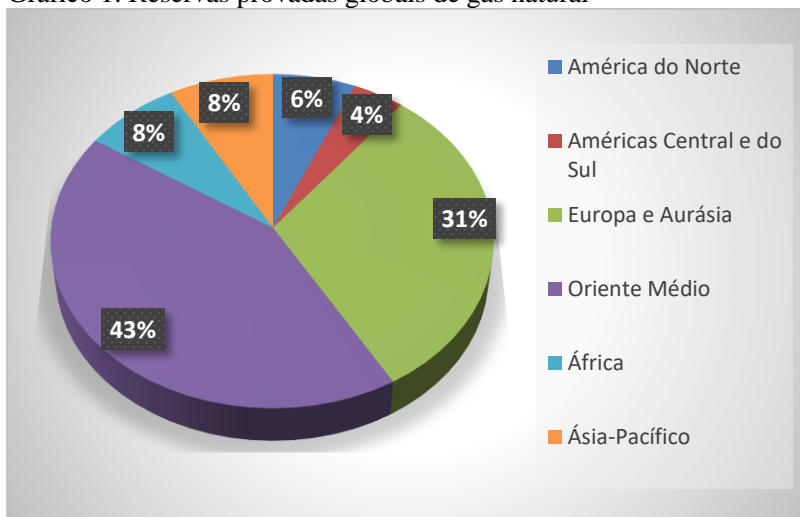
Na energia termelétrica, a eletricidade é produzida por meio da queima de combustíveis, sendo que no Brasil, o gás natural é um dos mais utilizados. Em fevereiro de 2018 a produção de gás natural no país foi de 110 MMm³/d (ANP,2018). O vapor produzido na queima do gás é usado para movimentar as turbinas ligadas aos geradores. Mesmo em caso de vazamento, o gás se dispersa rapidamente, apresentando baixos índices de emissão de cheiro e de contaminantes (CCEE, 2018).

O gás natural pode ser utilizado diretamente como matéria-prima e indiretamente, quando queimado para a geração de eletricidade e calor, o que ocorre nas usinas termelétricas, convertendo energia térmica em energia mecânica e, depois transformando esta em energia elétrica. A geração termelétrica a gás natural tem como vantagens o curto prazo de maturação do empreendimento, a flexibilidade para o atendimento de cargas de ponta, possibilidade de geração mais próxima dos centros onde é consumida, diversificação da matriz elétrica para segurança de suprimento, complementação da geração renovável e intermitente (TOLMASQUIM, 2016).

O gás natural tem sido usado para o desenvolvimento de sistemas energéticos de baixo carbono, pois oferece estabilidade e segurança de suprimento de energia, assim como queima com menos emissões de carbono se comparado ao carvão e aos derivados de petróleo (WGC, 2015). É considerado, ainda, um combustível de queima limpa, uma vez que gera dióxido de carbono (CO₂) e água, emitindo menor quantidade de CO₂ que outros combustíveis fósseis (IEA, 2012). De acordo com Tolmasquim (2016), uma das vantagens do gás natural quando comparado ao carvão, é que os empreendimentos demandam menor tempo de construção e menores custos de capital. Considerando estas características, a geração termelétrica com a utilização do gás natural é um meio para complementar a geração das fontes renováveis intermitentes.

Em 2014, as reservas provadas mundiais de gás natural somaram 187 trilhões de m³ (BP, 2015), estando alocadas mundialmente conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Reservas provadas globais de gás natural

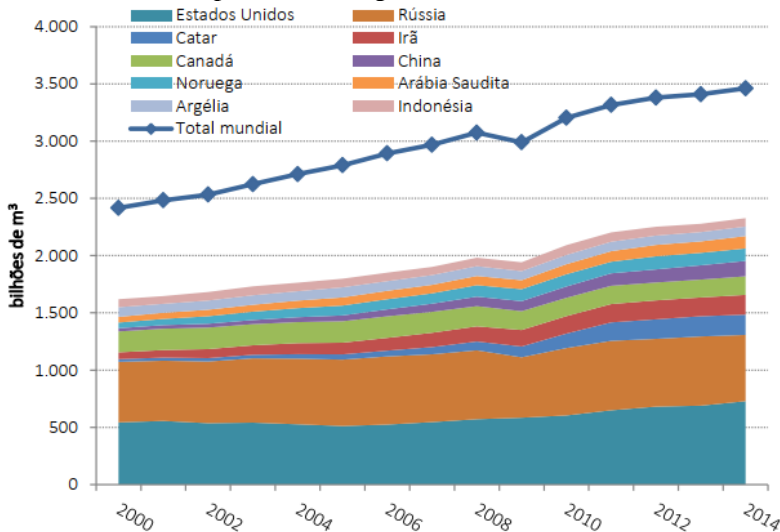


Fonte: TOLMASQUIM (2016).

Por meio do Gráfico 1, nota-se que as maiores reservas de gás natural estão localizadas no Oriente Médio (43%) e na Europa (31%). O Brasil ocupa a 31ª posição na lista das maiores reservas provadas de gás natural, com aproximadamente 460 bilhões de m³ (ANP, 2015).

No cenário mundial, o gás natural é a terceira fonte mais importante na matriz elétrica, ficando atrás do petróleo e do carvão. A partir de 1980, a sua participação na oferta de energia primária aumentou, passando de 2,5 trilhões de m³ em 2000 a aproximadamente 3,5 trilhões em 2014 (IEA, 2015). O Gráfico 2 mostra os dez maiores produtores mundiais de gás natural.

Gráfico 2: Maiores produtores de gás natural



Fonte: TOLMASQUIM (2016).

De acordo com o Gráfico 2, o maior produtor é o Estados Unidos, seguidos pela Rússia, somando 1,3 trilhões de m³ produzidos em 2014 e somados, totalizam quase 40% da produção mundial. Quanto ao uso do gás natural, o setor elétrico é o maior consumidor no mundo, salvo China e Brasil onde o uso que predomina é o industrial (IEA, 2012). A evolução do consumo de gás natural em centrais elétricas pode ser observada no Gráfico 3.

Gráfico 3: Evolução do consumo mundial de gás natural em centrais elétricas



Fonte: IEA (2016)

Observa-se por meio do Gráfico 3 que houve crescimento de 57% entre os anos 2000 e 2013.

Espera-se para 2040 uma demanda mundial de 2,1 trilhões de m³ de gás natural para geração de eletricidade, com capacidade de geração a gás de 1.440 GW. No Brasil, a maior parte de reservas provadas de gás natural está no mar, e é associada ao petróleo, concentrando na região sudeste 79% das reservas (ANP, 2015). É a Petrobrás a maior concessionária e operadora de petróleo e gás natural no Brasil.

A energia térmica é gerada por meio da queima de combustíveis fósseis ou renováveis, ou pela fissão nuclear de combustíveis radioativos (TEIXEIRA; LORA, 2004). As tecnologias utilizadas nas termelétricas permitiram que as mesmas operassem com diferentes meios, sendo eles: a) a vapor: sendo a tecnologia mais antiga para a geração de eletricidade, permitindo a utilização de qualquer tipo de combustível, como óleo combustível, óleo diesel, carvão, gás natural e biomassa; b) turbinas a gás operando em ciclo simples: que utiliza combustíveis líquidos (diesel especial) e gasosos (gás natural), com a primeira construção datada em 1939, com 4 MW de potência na Suíça (DALTRO; RODRIGUES, 2013); c) ciclo combinado: turbina a gás acoplado à turbina a vapor, sendo os sistemas mais modernos e eficientes, cujo combustível principal é o gás natural (LORA, 2004); d) motores de combustão interna alternativos; e e) cogeração: calor útil e energia elétrica ou mecânica simultaneamente, busca reduzir perdas, aproveitando as mesmas no próprio sistema (NOGUEIRA et al., 2004). No Brasil, a capacidade instalada em usinas termelétricas a gás natural soma 12.388 MW, representando 30% das térmicas em operação e 8,78% da potência instalada total no país (ANEEL, 2016). Em março de 2018, a produção de gás natural no Brasil foi de 78,1 milhões de m³/d, e no exterior foi de 6,4 milhões de m³/d (PETROBRAS, 2018).

Os desafios para o uso de combustíveis fósseis se instalam na pressão internacional para sua substituição devido às emissões de efeito estufa, embora o gás natural emita menores quantidades de gases, na viabilidade econômica, e na exploração, produção e construção de gasodutos (TOLMASQUIM, 2016).

2. Biomassa

O uso da biomassa para produção de energia foi importante para a evolução humana, pois seus meios de obtenção e utilização se desenvolveram conjuntamente. No Brasil, a principal biomassa utilizada para geração elétrica é o bagaço de cana. Devido aos incentivos à indústria de etanol e açúcar, observa-se o crescimento da participação da

biomassa no cenário brasileiro. Uma das políticas para introdução dos biocombustíveis no Brasil foi o Programa Nacional do Álcool (PRÓÁLCOOL) em 1975, que maximizou a indústria sucroenergética (TOLMASQUIM, 2016).

Quanto aos incentivos federais que fomentaram a bioeletricidade na matriz elétrica nacional, o principal programa foi o PROINFA. Por meio da Lei 10.848/2004, adotou-se mercado competitivo, garantia do suprimento elétrico e modicidade tarifária, por meio de leilão para a contratação de energia pelas distribuidoras, observando menor tarifa. Em 2014, a bioeletricidade gerada atingiu 44,7 TWh de energia, 8% da geração elétrica total. Desde o início do Próálcool, em 1975, a produção de cana-de-açúcar cresceu nove vezes. No Brasil, em 2015, utilizou-se uma área de quase nove milhões de hectares para plantação de cana-de-açúcar, totalizando produção de 658,4 milhões de toneladas (TOLMASQUIM, 2016).

O Governo Federal incentiva a participação da bioeletricidade no panorama energético nacional, por meio dos leilões de energia relativos às fontes alternativas. Desde a reestruturação do setor elétrico brasileiro em 2004, a participação da biomassa tem aumentado devido às diversas formas de fomento para a diversificação da geração elétrica, a adoção de um mercado competitivo descentralizado e a necessidade do uso racional da energia. O Brasil conta com 517 empreendimentos termelétricos à biomassa em operação, que totalizam potência instalada de aproximadamente 14 GW (TOLMASQUIM, 2016).

Os benefícios da biomassa para geração de energia elétrica são principalmente socioambientais. O desperdício ainda é grande devido à dispersão da biomassa, para minimizar isso é necessário investir em pesquisas de soluções logísticas e tecnológicas para facilitar o recolhimento da biomassa e disponibilização nas plantas de geração. Na geração distribuída, é possível obter bioeletricidade por meio de biomassas residuais da pecuária e de resíduos sólidos urbanos (TOLMASQUIM, 2016).

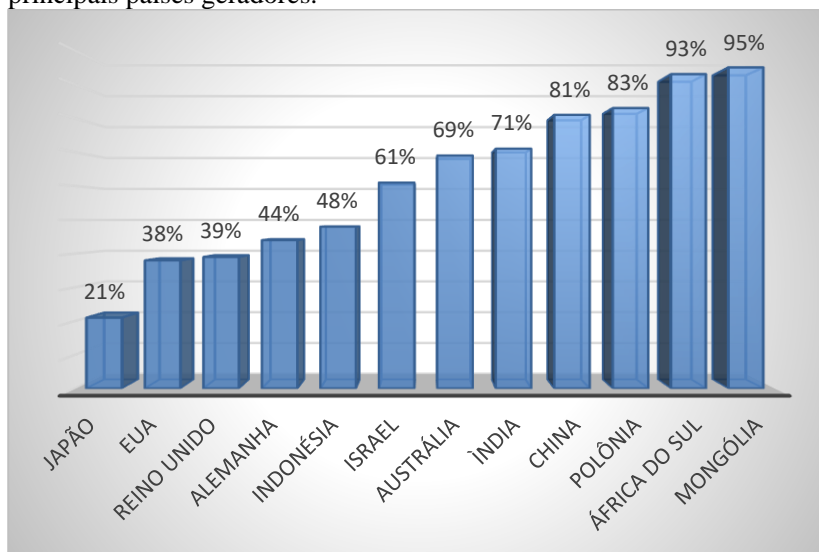
3. Carvão

O carvão fóssil é formado a partir de restos vegetais superiores e restos de vegetais terrestres que se encontram em diversos estados de conservação, que passou por soterramento e compactação. Os depósitos de carvão situam-se em bacias sedimentares preenchidas por sedimentos

devido à movimentação de placas tectônicas. O principal elemento químico do carvão é o carbono (TOLMASQUIM, 2016).

O setor elétrico é responsável por 60% da demanda mundial de carvão, sendo uma das principais fontes de energia. Mesmo diante das pressões ambientais, esta fonte continua sendo a segunda mais utilizada para geração de energia elétrica (TOLMASQUIM, 2016). De acordo com o IEA (2014), a geração elétrica utilizando o carvão crescerá 0,5% ao ano entre 2012 e 2040. Em 2013, segundo IEA (2015), o carvão contribuiu com 41,1% dos 23.391 TWh de eletricidade gerados mundialmente, sendo a principal fonte de geração elétrica. O Gráfico 5 apresenta a participação do carvão mineral na matriz elétrica dos principais países geradores.

Gráfico 5: Participação do carvão mineral na matriz elétrica dos principais países geradores.



Fonte: IEA (2014).

Observa-se, por meio do Gráfico 5, que a participação do carvão mineral se destaca na matriz elétrica da Mongólia, da África do Sul, da Polônia e da China, onde suprem mais de 80% da demanda. Esse fato ocorre devido à África do Sul e à China possuírem grandes reservas domésticas de carvão, o que leva estes países a ocuparem os níveis mais

altos de emissões de dióxido de carbono, o principal gás causador de efeito estufa.

Já no cenário nacional, de acordo com o EPE (2015), o carvão mineral é responsável por 3,2% da oferta interna de eletricidade. Devido à disponibilidade do carvão na região sul do Brasil e ao preço estável e relativamente baixo, o carvão é considerado uma importante opção na matriz elétrica em caso de esgotamento do potencial hidrelétrico. As reservas de carvão no Brasil são de 32 bilhões de toneladas, concentradas no sul do país, sendo que 90,1% estão localizadas no Rio Grande do Sul.

O maior desafio para o uso de combustíveis fósseis centra-se na pressão internacional para substituição destes, com o intuito de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, dessa forma, diminuir as consequências das mudanças climáticas. Para tanto, tem sido desenvolvida uma tecnologia, chamada “Captura e sequestro de Carbono”, que captura, transporta e armazena o carbono, mas que ainda encontra dificuldades para aplicação comercial (TOLMASQUIM, 2016).

Outro desafio encontrado está na produção do carvão, ou seja, na qualidade do mesmo (teor de cinzas e enxofre) nas etapas de pré-processamento. Aspectos regulatórios e ambientais também influenciam a participação do carvão na matriz elétrica (TOLMASQUIM, 2016).

4 Petróleo

No início dos anos 1970 aproximadamente 50% do consumo da energia primária no mundo era por meio do petróleo. Em 2003, ainda era responsável por 43% do consumo. Mesmo com a diversificação de fontes, o petróleo ainda é hoje responsável por 8% da eletricidade gerada no mundo todo (CCEE, 2018).

O petróleo é um material fóssil, oleoso e inflamável, de alto valor energético. Pode ser extraído em terra (*onshore*) ou abaixo do assoalho do mar (*offshore*). A prospecção e futura exploração comercial do petróleo necessitam de anos de preparação e grande volume de recursos, que são mais altos de acordo com a localização e a forma como os reservatórios se apresentam (ANP, 2018).

A formação do petróleo ocorre pelo acúmulo de material orgânico em condições específicas de pressão e isolamento em camadas do subsolo de bacias sedimentares, sofrendo transformações por milhares de anos. Dificilmente o petróleo é encontrado próximo à superfície. A

extração é realizada por equipamentos que perfuram as camadas rochosas e exercem a pressão necessária para que o óleo venha até a superfície - quase sempre misturado com sedimentos e gás. Quando a rocha reservatório não possui boa permeabilidade, pode ser necessário fraturá-la para então recuperar o óleo. Em alguns casos, mesmo quando comprovada a presença de petróleo, não é vantajoso comercialmente ou tecnicamente viável extraí-lo (ANP, 2018).

A geração de energia elétrica por meio de derivados de petróleo acontece através da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna. A utilização de caldeiras e turbinas é semelhante aos processos térmicos de geração. Os geradores a diesel são utilizados no suprimento de comunidades e de sistemas isolados da rede elétrica convencional. (CCEE, 2018).

O petróleo é um produto estratégico para o desenvolvimento de países, influenciando políticas internas e relações internacionais devido ao seu alto valor energético e por ser uma fonte não renovável de energia (ANP, 2018). A exploração e a produção formam a indústria do petróleo. Recursos são investidos em desenvolvimento tecnológico, ampliação do conhecimento geológico e formação de uma cadeia de bens e serviços que lhe dê suporte (PETROBRAS, 2018).

O Brasil possui 29 bacias sedimentares com interesse para pesquisa de hidrocarbonetos, cuja área é de 7,175 milhões de km². No entanto, um percentual pequeno dessas áreas está sob contratação para as atividades de exploração e produção (ANP, 2018). Em março de 2018, a produção média de petróleo no Brasil foi de 2,07 milhões de barris por dia, e no exterior a produção de petróleo foi de 61 mil barris por dia (PETROBRAS, 2018). Atualmente a participação do óleo na matriz energética¹ é de, aproximadamente, 32%, e deverá ficar em 29% em 2030. Percebe-se que sua participação na matriz energética vem decaindo desde os anos 1970, quando da migração crescente para energias mais limpas e renováveis. No entanto, nos próximos 15 anos, a produção de petróleo mundial aumentará 11,3% em relação à produção de 2015 (BNDES, 2018).

Com a descoberta de petróleo na camada do pré-sal, o potencial das reservas brasileiras aumentou significativamente, elevando a produção

¹ Matriz energética refere-se a todas as formas de energia (elétrica, combustíveis, residenciais, etc.). Já a matriz elétrica refere-se apenas ao setor elétrico, que é o objetivo deste trabalho.

nacional para níveis similares aos de grandes produtores mundiais, como Iraque, Emirados Árabes Unidos, China ou Irã. Dessa forma, o Brasil poderá destacar-se na produção de óleo offshore mundial até o ano de 2030 (BNDES, 2018).

Os principais desafios para aumentar a produção do petróleo no Brasil compreendem:

- recuperação da capacidade de investimento;
- reduções nos custos de investimentos e operacionais para viabilizar economicamente o maior número possível de campos de petróleo em águas ultraprofundas;
- atração de investimentos de outras operadoras que permitam a exploração de parte dos novos campos de petróleo a serem ofertados;
- aumentar a produtividade dos estaleiros brasileiros e a otimização do tempo de entrega de plataformas, bem como a competitividade e qualidade da cadeia fornecedora de bens e serviços de P&G;
- reduzir o tempo decorrido até a entrada de operação dos campos de petróleo;
- desenvolver novas tecnologias para extração de petróleo menos custosas e mais produtivas trazendo o break even para novos patamares mais competitivos em tempos de preços de petróleo comprimidos;
- aumentar o acesso das empresas da cadeia fornecedora de bens e serviços de P&G aos recursos das cláusulas de P&D dos contratos de concessão da ANP, o que pode contribuir para novas soluções de inovação no país e, conseqüentemente, para o aumento da eficiência e competitividade da indústria petrolífera brasileira (BNDES, 2018).

Hoje o pré-sal corresponde a mais de 42% da produção brasileira, no entanto sua extensão e seu potencial não estão certificados. O Brasil hoje é responsável por aproximadamente 30% da produção offshore mundial, e deverá manter essa participação com o incremento da exploração do pré-sal, consolidando o país como o principal mercado de bens e serviços de produção de petróleo offshore mundial até o ano de 2030 (BNDES, 2018).

Os equipamentos de alta tecnologia e de maiores valores agregados utilizados para extração do petróleo são produzidos no Brasil, em maior parte, por multinacionais estrangeiras. A indústria do petróleo é caracterizada pelos elevados níveis de certificação e qualidade. Até 2030, esta exigência permanecerá para as empresas fornecedoras. A produção de petróleo em águas profundas e ultraprofundas demandará da cadeia de fornecedores investimentos contínuos em inovação,

melhorando equipamentos para operação em ambientes complexos e desafiadores, como as reservas em maior profundidade (BNDES, 2018).

As tendências tecnológicas para a produção de petróleo compreendem: a) a viabilidade econômica de campos do pré-sal poderá ser questionada caso os preços continuem baixos por longo tempo e se não haja redução dos custos de investimentos tornando-os atrativos em um cenário de preços baixos; b) o avanço tecnológico e a consequente redução de custos que tornam economicamente viável a exploração de novas fronteiras; c) utilização de tecnologia digital devido ao grande número de dados combinados a uma visão de operação integrada da exploração de petróleo, desde a perfuração de poços até a produção e a segurança, otimizando a operação; d) operação remota de plataformas.

No Brasil, onde a geração de energia elétrica é principalmente hidrelétrica, a geração térmica é utilizada nos momentos de pico do sistema elétrico e no suprimento de energia elétrica para municípios e comunidades não atendidos pelo sistema interligado (CCEE, 2018).

Energia nuclear

Desde a década de 1940, a energia nuclear é conhecida (CCEE, 2018). Em 1945 os bombardeios de Hiroshima e Nagasaki marcaram negativamente o uso da fonte nuclear de energia (TOLMASQUIM, 2016). Na década de 1960 tornou-se uma fonte primária da matriz energética mundial (CCEE, 2018), e no final dos anos 1960 a geração termonuclear passou a vigorar no Brasil, a fim de complementar a geração térmica para o suprimento de eletricidade no Rio de Janeiro, onde foi construída a Usina Nuclear de Angra I, em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro (CCEE, 2018). Nessa década e na seguinte, a capacidade instalada nuclear cresceu significativamente nos países desenvolvidos em função das crises de petróleo ocorridas na década de 1970 (TOLMASQUIM, 2016).

Durante o período de 1970 a 1980, houve intensificação dos projetos de usinas nucleares nos países desenvolvidos (TOLMASQUIM, 2016), mas com os acidentes de Three Mile Island nos Estados Unidos (1979) e Chernobyl na Ucrânia (1986) os investimentos na construção de usinas foram quase extintos. Nos anos 1990 vários cancelamentos de projetos nucleares foram realizados devido à oposição de ambientalistas (ANEEL, 2009), concomitantemente com a redução dos preços do petróleo e mudanças regulatórias (TOLMASQUIM, 2016). Mais recentemente, outro acidente, ocorrido no Japão em 2011, na usina de

Fukushima, colocou em pauta a discussão sobre a segurança das usinas nucleares (CCEE, 2018), ocasionando estagnação no desenvolvimento da fonte de energia nuclear (TOLMASQUIM, 2016).

O maior crescimento no uso da energia nuclear vem se verificando em países asiáticos, principalmente na China (28 em operação e 24 reatores em construção). Após os acidentes ocorridos, avanços tecnológicos foram realizados quanto ao tratamento dos rejeitos e o aumento de vida útil das usinas nucleares (TOLMASQUIM, 2016).

A energia nuclear é uma fonte limpa, no entanto, não é renovável. Emite baixos volumes de gás carbônico (CO₂) e de demais gases que favorecem o efeito estufa. Os rejeitos radioativos gerados pelas usinas são o maior problema dessa fonte de energia (ANEEL, 2009). De acordo com Silva (2007), os investimentos em energia nuclear diminuíram em função do alto custo de instalação e manutenção das usinas que requerem tecnologia de ponta e profissionais capacitados. No entanto, a energia nuclear pode tornar-se mais atrativa economicamente quando destinada para outros usos, como a produção de hidrogênio, o aquecimento industrial e a dessalinização da água do mar.

No cenário mundial, o Acordo de Paris, uma negociação sobre o clima que reuniu 188 nações em 2015 para debater a respeito das mudanças climáticas, sugeriu que os países busquem alternativas energéticas de baixo carbono e neste ambiente a fonte nuclear se coloca como uma das opções para o alcance desses objetivos (TOLMASQUIM, 2016).

Entre os determinantes para o futuro da fonte nuclear estão a competitividade do custo de geração, a disponibilidade de urânio, o aumento da segurança, a eficiência e vida útil das usinas (que hodiernamente é de 30 anos), a transferência de tecnologias entre as nações e a aceitação pela sociedade (CCEE, 2018).

No Brasil, enquanto se espera pela conclusão de Angra, a expansão da geração nuclear na matriz elétrica nacional é colocada em pauta quanto aos prós e contras do país investir em programas de desenvolvimento desta fonte de energia, que pode além da dimensão do planejamento energético, incluir outras estratégias, como o desenvolvimento industrial e tecnológico e as questões regulatórias e ambientais. A energia nuclear, apesar de necessitar de grande quantidade de recursos de capital, produz com pequena quantidade de recursos primários uma grande quantidade de energia, sem flutuações significantes dos preços como acontece com os combustíveis fósseis (TOLMASQUIM, 2016).

Em 2016, 438 reatores nucleares estavam em operação no mundo, sendo distribuídos em 30 países, assim localizados: Europa (34%), América do Norte (31%) e Ásia, notadamente no Japão (11%), Coreia do Sul (6%) e China (5%), totalizando 381 GW de potência instalada (TOLMASQUIM, 2016).

O parque gerador nuclear norte-americano é considerado o maior do mundo, e em 2015 contava com 99 usinas em operação, que correspondem a uma capacidade instalada de 98.708 MW e geração de 797.178 GWh (19,5% do total gerado). Já na França, 58 usinas estão em operação, gerando em 2015, 6.800 GWh, perfazendo 76% do total gerado. (TOLMASQUIM, 2016). Com capacidade instalada de mais de 1GW por milhão de habitantes, a França é o maior exportador de energia do mundo.

O Japão tem 43 usinas nucleares em condição de operação. No entanto, apenas duas usinas foram religadas após o acidente de Fukushima Daiichi ocorrido em 2011. Com isso, o país passou a aderir uma política de importação de gás natural, óleo e carvão para suprir a demanda de energia elétrica. A China, por sua vez, tem destaque no que se refere à construção de novos reatores, pois tem 22 usinas em construção no país. A previsão do país é de que atinja 55 GW de capacidade instalada nuclear em 2020 e 70 GW em 2025, fazendo com que o país chegue a 5% de geração por fonte nuclear em 2030 (TOLMASQUIM, 2016).




De acordo com o World Energy Outlook (WEO) da International Energy Agency (IEA), no Cenário de Novas Políticas para o período até 2035, a capacidade da geração nuclear mundial se manterá no nível da participação de cerca de 10%. Ademais, o aumento da demanda de urânio para fins energéticos foi estimado para crescer aproximadamente 1,8% ao ano até 2035, tendo como maior demandante a região do leste asiático (TOLMASQUIM, 2016).

No entanto, alguns entraves podem ser considerados para o crescimento da oferta de urânio, sendo eles: a) as minas levam, em média, até 10 anos a partir da definição de recursos para iniciar sua produção comercial; b) requisitos de licenciamento e regulatórios são demorados; c) dificuldades de infraestrutura e trabalhistas em países em desenvolvimento ; d) os custos de produção aumentaram nos últimos anos, sem o respectivo repasse aos preços e e) a cadeia de suprimentos opera no limite e algumas instalações, nos principais países produtores, estão no limiar da vida útil (TOLMASQUIM, 2016).

Quanto à organização do setor nuclear brasileiro, o governo é o único responsável pelas atividades nucleares relacionados à geração de energia elétrica, incluindo regulamentação, licenciamento e controle da segurança nuclear. No Brasil, o parque gerador nuclear é composto por duas usinas tipo PWR localizadas no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. Angra 1 (640 MW), de tecnologia Westinghouse, teve sua construção iniciada em 1971 e sua operação comercial iniciada em 1985. Já Angra 2 (1350 MW) é uma usina também com reator PWR, porém de tecnologia Siemens⁴, adquirida durante a vigência do acordo Brasil-Alemanha. Sua construção iniciou-se em 1976, tendo entrado em operação comercial em 2001. A usina de Angra 3 (1405 MW), ainda em construção, possui as mesmas características que Angra 2, e foi comprada junto à KWU em 1976 juntamente com Angra 2. O início das obras data de 1984, tendo se estendido até abril de 1986, quando as obras foram paralisadas. A usina deve entrar em operação em 2019, conforme cronograma divulgado pela Eletrobrás Termonuclear- Eletronuclear (empresa responsável pela construção e operação) (TOLMASQUIM, 2016).

As características das usinas nucleares brasileiras podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2: Usinas nucleares brasileiras

			
ANGRA 1		ANGRA 2	
Fabricante	Westinghouse (EUA)	Fabricante	SIEMENS/KWU (ALE)
Tipo	PWR	Tipo	PWR
Potência	640 MW	Potência	1.350 MW
Construção (início)	1971	Construção (início)	1976
Operação Comercial	1985	Operação Comercial	2001
Montante Gerado (2010)	4.201 GWh	Montante Gerado (2010)	9.697 GWh
Capacidade	78%	Capacidade	87%
			
ANGRA 3			
Fabricante	AREVA		
Tipo	PWR		
Potência	1.405 MW		
Construção (início)	2007 (CNPE)		
Operação Comercial	2019 (PDE 2024)		

Fonte: TOLMASQUIM (2016).

Em 2008, foi criado o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB) que tem a função de fixar diretrizes e metas para o desenvolvimento do programa e supervisionar sua execução. Estudos preliminares para a seleção de novos sítios para centrais nucleares vêm sendo desenvolvidos pela Eletronuclear e pela EPE, sob a coordenação do MME. A retomada do Programa Nuclear Brasileiro (PNB) demandará a revisão do marco institucional para o setor nuclear, a retomada da pesquisa mineral do urânio e o avanço no processo de licenciamento nuclear, assim como uma revisão do marco regulatório e comercial para o setor (TOLMASQUIM, 2016).

Dessa forma, em 2009 foi criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, a política brasileira de gerenciamento de rejeitos radioativos (MCT, 2009), que prevê a construção de um depósito nacional de rejeitos de baixa e média atividade, que terá capacidade de armazenar os resíduos gerados pelas usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3, além de mais quatro plantas, pelo período de 60 anos (TOLMASQUIM, 2016). A Tabela 5 mostra algumas características da energia nuclear no Brasil.

Tabela 5: Características da geração nuclear no Brasil

Usinas em Operação	Capacidade atual (MW)	Usinas em Construção	Capacidade em Construção (MW)	Energia Gerada 2014 (TWH)	% do total Gerado em 2014
2	1.990	1	1.405	14,5	3

Fonte: Tolmasquim (2016).

O fator de capacidade vem mostrando, ao longo dos últimos 15 anos, uma melhoria progressiva neste indicador, colocando o Brasil como um dos países com maiores avanços. Entre 2012 e 2014, treze países possuíam um fator de capacidade médio superior a 80%, enquanto os reatores franceses se situavam em 79,5%, devido a muitos deles não corresponderem à energia de base. O Japão apresentou um fator médio no mesmo período de 2,6% pelo desligamento de 50 plantas após o acidente de Fukushima em 2011 e até 2015 apenas dois reatores foram religados ao sistema.

Os maiores desafios para expansão da geração nuclear são a disposição final de resíduos radioativos, a aceitação pública e o financiamento dos custos de investimento que são altos e cujo retorno requer muitos anos para acontecer. A redução de não renováveis na

matriz tem sido um imperativo, no entanto, a energia nuclear apresenta vantagens de baixa emissão de carbono e poluentes atmosféricos (TOLMASQUIM, 2016).

Dentre os projetos correntes, destaca-se o de fusão nuclear, de colaboração científica internacional. Os principais desafios regulatórios e estruturais identificados para o desenvolvimento da energia nuclear no Brasil são: marco regulatório e arranjo comercial; investimento no ciclo do combustível; política de gestão de resíduos; política industrial e engenharia financeira; padronização da tecnologia; custos crescentes e problemas de projetos; e opinião pública (TOLMASQUIM, 2016).

Energia eólica

É menos oneroso gerar eletricidade com o vento do que com usinas nucleares ou movidas a carvão, e, devido aos avanços tecnológicos, a indústria eólica está quase tão competitiva quanto à indústria gerada a gás (WALISIEWICZ, 2008). A energia eólica é gerada a partir do movimento do ar (vento), que é produzido pelo aumento disforme da temperatura das camadas de ar pelo sol e também pelo movimento de rotação do planeta (REIS, 2011). A turbina eólica contém três macros componentes: torre, rotor de pás e nacelle. É na nacelle (carcaça montada sobre a torre) que são colocados os demais componentes da turbina, como o gerador e caixa de engrenagem (CAMILLO, 2013).

As turbinas eólicas sofreram avanços nas últimas três décadas, mas sua arquitetura básica, com rotores de eixo horizontal do tipo hélice compostos por três pás, posicionado a montante das torres, pouco mudou. As mudanças referem-se basicamente ao tamanho dos equipamentos, e avanço dos materiais, dos processos e na logística. Houve também inovações em design com o intuito de melhorar o desempenho das turbinas, no aperfeiçoamento dos componentes e na utilização de materiais novos. As inovações realizadas visaram o aumento da eficiência, da confiabilidade e da integração com os sistemas elétricos locais, assim como reduzir as perdas na geração (EWEA, 2009).

As turbinas maiores tem como benefícios o acesso a melhores condições de vento, uma vez que são mais estáveis e velozes, geração de mais eletricidade, além de permitirem economias de escala relevantes. Outras mudanças tecnológicas observadas são a forma de conexão com gerador, mas que ainda não há consenso, sendo que o modelo mais usado é o que utiliza multiplicadores de velocidade para ligar o rotor ao

gerador, e os avanços tecnológicos ocorridos em ferramentas de análise e de medição dos ventos. Os recursos eólicos são o principal determinante da rentabilidade dos investimentos nos parques eólicos. Sendo assim, as condições de vento nos parques são um componente essencial do cálculo dos riscos econômicos (EWEA, 2009).

A energia eólica no Brasil teve seu início em 1992, com a operação comercial do primeiro aerogerador instalado no Brasil, resultante da parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), por meio de financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter. Essa turbina eólica, de 225 KW, foi a primeira a entrar em operação comercial na América do Sul, em 1992, localizada no arquipélago de Fernando de Noronha, estado de Pernambuco. Nos dez anos seguintes, pouco se avançou na consolidação da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica no país, por falta de políticas, e pelo alto custo da tecnologia (ABEEOLICA, 2016). Nesse sentido, destaca-se a importância do incentivo governamental à consolidação de novas tecnologias, por meio de instituições e regulações, como apontado por Farias e Ribeiro (2014). De acordo com Rocha e Ferreira (2004) em países com sistemas de inovação imaturos, como o Brasil, há necessidade de incentivos públicos, uma vez que os gastos da iniciativa privada são relativamente baixos em desenvolvimento tecnológico.

Em 2001, durante a crise energética, foi criado o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA, que tinha como objetivo a contratação de 1.050 MW de projetos de energia eólica até dezembro de 2003. No entanto, esse programa não obteve resultados, e foi substituído em 2002 pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, o PROINFA, que além de incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis na matriz energética, possibilitou a industrialização de componentes e turbinas eólicas no Brasil (ABEEOLICA, 2016).

O PROINFA teve como objetivo ampliar as matrizes que geram menos impactos ambientais, dentre elas a eólica. A expansão da energia eólica no Brasil ocorreu por meio de parcerias entre o poder público e a iniciativa privada, por intermédio de leilões e de concessões públicas para firmas com interesse (ABEEOLICA, 2016).

A fonte eólica é comercializada pelo PROINFA, por leilões, e numa escala menor, no mercado livre onde as condições contratuais são livremente negociadas entre as contrapartes. Resultante do PROINFA, dos leilões realizados e do mercado livre, ao final de 2012, o Brasil

possuía 108 parques eólicos que totalizavam 2,5 GW de capacidade instalada. Em 2018 as usinas instaladas somam 530, com capacidade instalada de 13,30 GW (ABEEOLICA, 2018).

Há críticas quanto à poluição visual gerada pelos parques eólicos e, quanto aos ruídos que os geradores emitem (ESCUDERO; LÓPEZ, 2008). Pesquisas realizadas em parques eólicos mostram que detalhes como o tamanho das pás é relevante em termos ambientais, pois podem determinar ou não a colisão e possível morte de pássaros, principalmente os parques localizados em corredores migratórios. Além desse ponto, cita-se também a preparação da área a ser ocupada pelos geradores, como possível desmatamento (FADIGAS, 2011).

No entanto, devido ao potencial que tem, e pelas vantagens que possui, a energia eólica está se expandindo em nível mundial, sendo superior a fontes convencionais como o gás natural e a energia nuclear. Devido aos benefícios que a energia eólica pode trazer à geração de energia limpa, sem agressão à natureza, estas críticas têm sido superadas (ESCUDERO; LÓPEZ, 2008). O processo de geração de energia eólica é limpo, sem contaminações ou resíduos tóxicos, não emitindo gases poluentes causadores do efeito estufa, responsáveis pelo aquecimento global (PEREIRA, 2009).

A emissão de CO₂ evitada em doze meses com a utilização da energia eólica corresponde à emissão anual equivalente de cerca de 6 milhões de automóveis (ABEEOLICA, 2016). Para Mazzucato (2014), a transição na matriz energética para energia limpa e livre de poluentes tem sido imperativo da sustentabilidade, e uma alternativa aos combustíveis fósseis e nucleares que são finitos.

De acordo com Mazzucato (2014), o Estado tem papel importante na invenção, desenvolvimento e implantação da inovação. É provável que sem o compromisso dos governos, com produção, desenvolvimento e difusão das tecnologias, como no caso das turbinas eólicas, não teria ocorrido transformação energética dos últimos anos (MAZZUCATO, 2014).

Os principais atores da indústria de energia eólica são: (a) os que fabricam equipamentos – as fabricantes de turbinas e os fornecedores de componentes para turbinas; (b) os que planejam, constroem e mantêm os parques eólicos – as empresas de planejamento, construção e logística de parques eólicos, as firmas de consultoria e design de parques eólicos, os provedores de serviços de manutenção e operação de parques eólicos; e (c) os que produzem e investem em energia eólica – as concessionárias

de eletricidade, os produtores independentes de energia e investidores com interesse puramente financeiro (EWEA, 2009).

O Brasil tornou-se polo de atração de subsidiárias de multinacionais de fabricantes de componentes e turbinas utilizadas para a geração de energia eólica. Até 2008, havia no Brasil apenas uma empresa fabricante de equipamentos completos. Já 2012, o número aumentou para sete, sem contar as fabricantes de componentes e partes de turbinas eólicas (CAMILLO, 2013).

As políticas de inovação à energia eólica no Brasil contemplam as políticas de mercado que podem ser separadas em dois tipos: o PROINFA e os leilões de energia eólica. Essas políticas são criadas e implementadas fora do contexto de desenvolvimento da tecnologia e da indústria. No Brasil não houve a passagem de um tipo para outro, mas a interrupção de uma política e o início de outra, ou seja, as mudanças da política de energia eólica no Brasil ocorreram porque o setor elétrico apresentou um novo contexto, ou seja, uma mudança institucional (CONCEIÇÃO, 2012). Dessa forma, as fases das políticas de mercado para a energia eólica no Brasil são analisadas separadamente, considerando o contexto industrial no Brasil e no mundo.

A partir de 2002, ano de criação do PROINFA, iniciou-se a expansão da energia eólica no Brasil, por meio de parcerias entre o poder público e a iniciativa privada, sendo realizada por intermédio da realização de leilões e concessões públicas para empresas interessadas. Em 2009 ocorreu o primeiro leilão, envolvendo empreendimentos em cinco estados da região Nordeste.

Embora haja expansão no setor, não se pode considerar que há diversificação energética no Brasil, pois os valores ainda não são relevantes, sendo responsável por apenas 8% da eletricidade no país. No entanto, vale considerar que em 2003, o Brasil produzia 22 MW (megawatts) de eletricidade por meio de fontes eólicas, tendo seu valor aumentado para 602 MW em 2009 e aproximadamente 1 GW (gigawatts) em 2011. Em 2014, o Brasil atingiu cerca de 5 GW, sendo que o potencial para 2018 é estimado em 13 GW. No entanto, esses números ainda são baixos quando comparados ao potencial que o Brasil possui que é de cerca de 140 GW. Esses números são apresentados na Tabela 6.

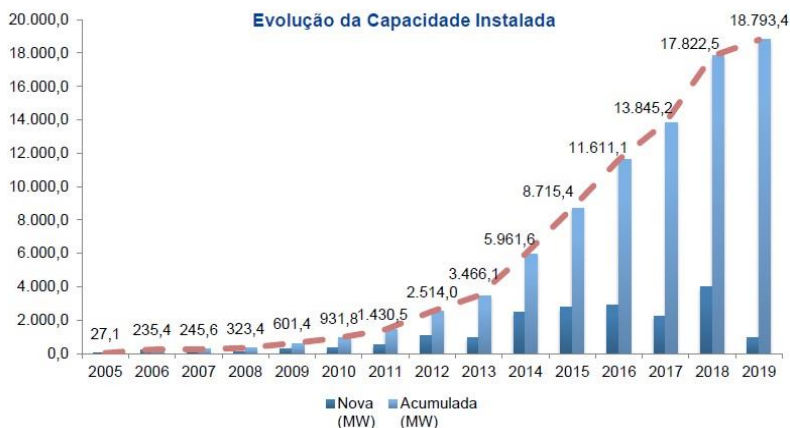
Tabela 6: Capacidade instalada e potencial energético eólico

Estado	Capacidade eólica instalada em 2013 (MW)	Potencial energético em 2018 (MW)
Rio Grande do Norte	1.339,20	3.654,20
Ceará	661	2,325
Bahia	587,6	1.978,90
Rio Grande do Sul	460	1.978,90
Santa Catarina	236,4	236,4

Fonte: Associação Brasileira de Energia Eólica (2016).

Por meio da Tabela 6 nota-se que o estado com maior capacidade eólica instalada em 2013 era Rio Grande do Norte. No entanto, observando a relação entre a capacidade instalada em 2013 e o potencial energético para 2018, percebe-se maior expressividade para o Rio Grande do Sul, quadruplicando sua capacidade de 2013. No Gráfico 6 observa-se a evolução da capacidade instalada.

Gráfico 6: Evolução da Capacidade Instalada



Fonte: ABEEÓLICA/ANEEL (2016).

É possível notar, por meio do Gráfico 6, que desde 2005 tem havido evolução da capacidade instalada de energia eólica, com ênfase para os anos de 2014, 2015 e 2016 para a energia acumulada. Para 2018 a previsão de energia nova supera os anos anteriores, chegando a 4.000MW. O crescimento acelerado responde a evolução da tecnologia

ocorrida nos últimos 30 anos e a redução dos custos de instalação e geração. Reflete ainda a evolução da indústria de energia eólica mundialmente, incentivada pelas políticas de fomento ao desenvolvimento da fonte eólica (CAMILLO, 2013). No cenário internacional, em 2014 o Brasil ultrapassou a Alemanha quanto à expansão de energia eólica, ficando apenas atrás da China, que é o país que mais investe em fontes energéticas no mundo.

Energia solar

A energia solar é intermitente com variabilidade espacial alta em razão de sua forte dependência de condições meteorológicas locais, como cobertura de nuvens, concentração de gases atmosféricos, sistemas sinóticos, e fatores astronômicos ligados aos movimentos de rotação da Terra, no entanto, é uma fonte inesgotável, considerando o tempo de vida no planeta Terra (PEREIRA et al., 2017).

O físico francês Edmund Bequerel descobriu a energia solar no século XIX, realizando experimentos com eletrodos. Durante muitos anos, esta era vista como uma tecnologia do futuro, restrita a pesquisas científicas, pois considerando seu alto custo, não se acreditava que esta poderia vir a ser usada pela população (GREENPEACE, 2018).

Porém, com os avanços fotovoltaicos, em 1923, Einstein ganhou seu primeiro Prêmio Nobel, e a energia solar passou a ser vista como uma possibilidade de geração de energia limpa. A redução dos preços dos equipamentos utilizados resultou na instalação, em 2011, de 39.700 MW em sistemas solares no mundo (GREENPEACE, 2018).

A primeira célula solar foi apresentada em 25 de abril de 1954, em uma reunião da National Academy of Sciences, em Washington (PORTALSOLAR, 2018). Em 1958, os painéis solares foram utilizados no espaço, quando o satélite Vanguard I foi lançado com um pequeno painel, de 1 Watt, com o objetivo de alimentar o seu rádio, sendo o primeiro de uma série de satélites a utilizarem esta tecnologia. Em 1964 e 1966, a NASA foi responsável pelo lançamento do primeiro satélite e estação espacial, movidos totalmente por energia solar, gerada por painéis solares. Em 1973, foi construída a primeira residência alimentada por energia solar nos EUA (ENERGYSAGE, 2018).

No período entre 1957 e 1960, a Hoffman Electronics quebrou recordes de eficiência da fotovoltaica, passando de 8% para 14%. Em 1985, pesquisadores da Universidade de South Wales, nos EUA, chegaram a uma eficiência de 20% com células solares de silício. Em

1999, uma pesquisa entre o National Renewable Energy Laboratory e a Spectrolab Inc. conseguiu eficiência de 33,3%. Em 2016, este recorde foi quebrado novamente pela Universidade de South Wales, quando atingiram eficiência de 34,5% (ENERGYSAGE, 2018).

Em 1981, a primeira aeronave alimentada por energia solar realizou seu voo, entre a França e o Reino Unido, pilotada por seu inventor, Paul MacCready. Em 1998, “Pathfinder”, a aeronave solar por controle remoto conquistou recorde de altura alcançando altitude de aproximadamente 25.000 km. Em 2001, uma aeronave da NASA quebrou este recorde, chegando à altitude de 30.000km. Em 2016, ocorreu a primeira volta ao mundo com a aeronave Solar Impulse II, movida por energia solar, e pilotada pelo suíço Bertrand Piccard (ENERGYSAGE, 2018). Diante da trajetória apresentada, nota-se que a energia solar pode ser utilizada para diversos usos, desde iluminação até como “combustível” para aeronaves.

A geração de energia elétrica por meio da radiação solar é conseguida pelo efeito fotovoltaico (FV) e também pela heliotermia, também chamada de termo solar. Pelo efeito FV, a radiação solar ocorre sobre os materiais semicondutores, e é transformada em corrente contínua. Para transformar a corrente contínua em corrente alternada, são usados inversores (SILVA, 2015).

Os painéis fotovoltaicos são conjuntos de células fotovoltaicas, podendo ser interconectados possibilitando a construção de arranjos modulares, que juntos maximizam a capacidade de geração de energia elétrica. As células fotovoltaicas são fabricadas a partir de silício cristalino e de filmes finos, sendo que 80% delas utilizam o primeiro componente, e 20% o segundo. O silício cristalino é extraído do quartzo, e precisa ser purificado. No Brasil, têm-se jazidas de quartzo com pureza alta, no entanto, ainda não possui tecnologia para conseguir silício com grau solar (SILVA, 2015).

O desenvolvimento tecnológico da fonte solar aconteceu essencialmente na Alemanha, Estados Unidos e Japão. No entanto, de acordo com Esposito e Fuchs (2013), é na China que os estudos para desenvolvimento tecnológico da indústria fotovoltaica tem se destacado. A China é atualmente, líder na produção de painéis fotovoltaicos. Segundo os autores, na Alemanha, a tecnologia está em declínio, e tem sido nos Estados Unidos e na Espanha a concentração de pesquisas tecnológicas referentes à tecnologia termo solar, uma vez que nas regiões semiáridas desses países, há irradiações solares significantes.

Os preços dos painéis solares diminuíram nas últimas décadas, possibilitando o aumento da demanda e da instalação de sistemas nos EUA, chegando a mais de um milhão em 2016. No entanto, em 1956, o custo dos painéis era de US\$300 por watt, já em 1975, esse valor baixou para US\$100 por watt. Hodiernamente, o custo de um painel pode chegar a US\$0,50 por watt. Devido à depreciação dos custos, tem ocorrido crescente popularização da energia solar, e aceitação da tecnologia fotovoltaica como uma fonte de energia limpa e segura (ENERGYSAGE, 2018).

A geração de energia por meio solar tem se destacado, principalmente com o desenvolvimento da micro e minigeração. A energia solar é utilizada para obtenção de energia térmica para diversos fins, como em processos que precisam de temperaturas elevadas na indústria, ou em residências, para aquecimento de água. A energia solar também é usada para gerar calor e eletricidade, que é o foco deste trabalho (CCEE, 2017).

O Brasil apresenta potencial de radiação solar muito bom. A radiação encontrada na região nordeste do país pode ser comparada às melhores regiões do mundo nesse quesito, o que não ocorre em outras regiões do país, como sul e sudeste, pois se localizam mais afastadas da Linha do Equador (CCEE, 2017). No entanto, há obstáculos institucionais e tributários para o desenvolvimento da fonte de energia solar. Numa perspectiva evolucionária e institucionalista, entende-se que a ineficiência na estrutura institucional acompanhada da influência na dinâmica inovativa geram resultados negativos.

Para auxiliar seu desenvolvimento, algumas medidas de incentivo tornam-se necessárias, sendo elas: incidência de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) somente no consumo líquido de energia da microgeração e minigeração distribuídas; inclusão da geração solar como um dos critérios de repartição dos recursos do Fundo de Participação dos Estados (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM); flexibilização da obrigação das distribuidoras de energia elétrica aplicarem 60% dos recursos destinados à eficiência energética para beneficiários da Tarifa Social de Energia Elétrica; destinação de verbas para pesquisa e desenvolvimento no âmbito do Orçamento Geral da União; autorização para o uso do FGTS na aquisição de equipamentos de geração fotovoltaica para microgeração e minigeração distribuídas; e obrigação de que os órgãos públicos realizem estudos de viabilidade de instalação da geração fotovoltaica, principalmente em novas edificações (SILVA, 2015).

De acordo com Esposito e Fuchs (2013) nos países desenvolvidos houve aumento da demanda e consequente maximização da escala de produção, o que juntamente com o desenvolvimento tecnológico, possibilitaram a redução de preços e a expansão da fonte de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos. Assim como no Brasil, segundo a EPE (2012), diversos países como Alemanha, Austrália, China, Estados Unidos e Espanha tem programas de incentivo e fomento à fonte solar. O incentivo institucional é fundamental para o aumento da produção, redução de custos, e investimentos em tecnologia.

Resultado dos incentivos destinados à fonte solar, a produção mundial de energia por meio dos painéis fotovoltaicos aumentou, de acordo com o IEA (2014), 395% entre os anos 2003 e 2013. Nesse mesmo período, a produção primária total de energia cresceu 17%, enquanto que as fontes renováveis cresceram 56%. Apenas a fonte eólica superou a geração de energia solar (SILVA, 2015).

Alguns benefícios destinados à geração de energia elétrica por meio da fonte solar no Brasil são destacados por Silva (2015): *a*) Programa Luz para Todos; *b*) Sistema de Compensação de Energia Elétrica para Micro geração e Mini geração Distribuídas; *c*) Venda Direta a Consumidores; *d*) Convênio nº 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária; *e*) Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura: suspensão da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social; *f*) Debêntures Incentivadas; *g*) Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores; *h*) Lei da Informática; *i*) Redução de Imposto de Renda; *j*) Condições Diferenciadas de Financiamento; *k*) Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico 013/2011; *l*) Leilão de Energia de Reserva 2014 (LER 2014), que contou com o cadastramento de 400 projetos de geração fotovoltaica, correspondente a 10.790 MW de potência.

De acordo com o EPE (2012) foram desenvolvidas companhias de esclarecimento ao consumidor a respeito da geração de energia elétrica utilizando painéis solares, quais sejam: *(a)* Selo Solar, dado para empresas ou instituições que consumirem um valor mínimo anual de eletricidade solar; *(b)* Guia de Microgeradores Fotovoltaicos, que dispõe de informações aos interessados na instalação de uma pequena unidade de geração fotovoltaica em sua residência ou empresa; *(c)* Simulador Solar, que possibilita calcular a dimensão da potência de um sistema

fotovoltaico capaz de atender as necessidades do interessado; e (d) Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico, que apresenta aproximadamente 300 empresas que trabalham com energia fotovoltaica no Brasil. As ações realizadas juntamente com o consumidor são relevantes para minimizar incertezas que ocorrem, principalmente na fase inicial de difusão da fonte solar (SILVA, 2015).

O interesse pela geração de energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos tem crescido devido ao potencial para aproveitamento solar encontrado no Brasil e a regulamentação da Aneel para microgeração e minigeração distribuídas. De acordo com ANEEL (2018) em outubro de 2018 o Brasil dispunha de 2.255 usinas tipo Central Geradora Solar Fotovoltaica outorgadas, responsáveis por 1.349.373 kW de potência outorgada e 1.349.373 kW de potência fiscalizada.

Segundo Pereira et al. (2017), de 2007 a 2017 ocorreram diversas mudanças nos cenários nacional e internacional referentes aos custos e aplicações da geração solar distribuída e centralizada, sendo: a) o preço dos módulos solares fotovoltaicos foi reduzido em mais de dez vezes nestes dez anos (de cerca de US\$ 3,90/Wp em 2006 para menos de US\$ 0,39 em 2016); b) em função da redução de preços, houve modificação do foco da instalação de geradores fotovoltaicos, sendo transferidos da Europa para a China, EUA e países mais ensolarados da África, Oriente Médio, América Latina e Austrália; c) transição das pequenas instalações residenciais para as grandes usinas centralizadas; d) no território nacional, a publicação da REN 482/2012, e os leilões específicos para a fonte solar promovidos pelo Governo Federal a partir de 2014, iniciaram a integração desta fonte no planejamento e expansão do sistema elétrico do Brasil.

Dentre as vantagens da fonte de energia solar tem-se que ela é um recurso totalmente renovável, não produz ruídos, não polui, os seus equipamentos quase não demandam manutenção, tem baixo custo considerando seu tempo útil, os painéis são de fácil instalação, pode ser utilizada em áreas isoladas da rede elétrica. Já como desvantagens têm-se que o custo de aquisição é alto, a energia não pode ser aproveitada a noite além da falta de incentivos no Brasil (PORTALSOLAR, 2018).