

PROGRAMA DE P&D DA ANEEL: AVALIAÇÃO & PERSPECTIVAS

ORGANIZADORES

Nivalde José de Castro
José Eduardo Cassiolato
Renata Lèbre La Rovere
Marcelo Pessoa de Matos Maria
Gabriela Podcameni
Maurício Moszkowicz
Rubens Rosental

Programa de P&D da ANEEL: Avaliação & Perspectivas

Organizadores

Nivalde José de Castro
José Eduardo Cassiolato
Renata Lèbre La Rovere
Marcelo Pessoa de Matos
Gabriela Podcameni
Maurício Moszkowicz
Rubens Rosental

Revisão

Bianca Castro



Copyright© 2020 Nivalde José de Castro, José Eduardo Cassiolato, Renata Lèbre La Rovere, Marcelo Pessoa de Matos, Gabriela Podcameni, Maurício Moszkowicz, Rubens Rosental

Título original

Programa de P&D da Aneel: Avaliação & Perspectivas

Editor

André Figueiredo

Capa e diagramação

Miguel Ferraris

Revisão

Bianca de Castro

P964 Programa de P&D da ANEEL: avaliação & perspectivas / Organizadores: Nivalde José de Castro, José Eduardo Cassiolato, Renata Lèbre La Rovere, Marcelo Pessoa de Matos, [et. al.] – Rio de Janeiro : Publit, 2020. 424 p. : fig. ; 25 cm.

ISBN 978-65-86614-10-7

Inclui bibliografia.

Revisão: Bianca Castro

1. Energia Elétrica – Brasil. I. Castro, Nivalde José de. II. Cassiolato, José eduardo. III. La Rovere, Renata Lèbre. IV. Matos, Marcelo Pessoa. V. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Grupo de Estudos do Setor Elétrico.

CDU 621.311(81)
CDD 333.79320981

Ficha catalográfica elaborada por:

Amanda Moura de Sousa - CRB7 5992

APRESENTAÇÃO

Este livro sistematiza e sintetiza os principais resultados da pesquisa “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008-2015) e Formulação de Propostas de Aprimoramentos”, desenvolvida pelo Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) e pela Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist), ambos do Instituto de Economia da UFRJ, no âmbito do Programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica, com o apoio dos Grupos EDP, CPFL, Energisa, AES Brasil e ENEL.

O Programa de P&D da ANEEL é o principal instrumento de desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro criado em 2000. Dada esta relevância estratégica de inovação, este livro faz um diagnóstico do Programa com base na análise dos projetos realizados e dos atores direta e indiretamente envolvidos com as atividades inovativas do setor elétrico. E apresenta proposições e medidas de inovações regulatórias e de políticas públicas para o aperfeiçoamento do Programa de P&D da ANEEL.

Ao longo dos capítulos, são abordados aspectos, como os critérios de avaliação, a estrutura de governança do Programa por meio do estabelecimento de uma rede de inovação, a prospecção de modelos de negócio e os mecanismos para avaliação contínua da atividade inovativa, com foco na empresa e não somente em um projeto específico.

O grande esforço intelectual pode ser visto na riqueza de informações qualitativas e quantitativas obtidas pelos 30 pesquisadores envolvidos na pesquisa, retratado neste livro. Em números gerais, foram realizadas mais de 110 entrevistas junto a empresas do setor elétrico, empresas fornecedoras de bens e serviços, instituições de ensino e pesquisa, entidades do setor público, entidades financiadoras de projetos e pesquisas e, ainda, grupos de consumidores de energia elétrica, resultando na obtenção de um vasto conteúdo de informações primárias.

O conjunto de informações coletadas e sistematizadas passou, ainda, por etapas de processamento e análise, sendo, posteriormente, materializado junto a especialistas na forma de propostas, que foram, em seguida, validadas e classificadas, em função de critérios definidos de acordo com a metodologia adotada na pesquisa.

Um dos principais destaques deste trabalho é o olhar com relação aos benefícios do Programa de P&D da ANEEL, de modo que estes sejam efetivamente percebidos e aproveitados pelo consumidor e pela sociedade, em geral.

Tendo em vista a importância do processo de transição energética, que ocorre sob uma lógica e dinâmica de inovação, e os seus impactos cada vez mais presentes e profundos no Setor Elétrico Brasileiro, é extremamente oportuno e estratégico o aprimoramento do Programa de P&D da ANEEL, firmando-se como o principal instrumento de apoio às atividades inovativas das empresas do setor. Desta forma, todo o conhecimento gerado neste livro é de grande relevância para que o Programa mantenha e amplifique, ainda mais, a sua significativa contribuição para o processo de evolução em curso.

Prof. Nivalde de Castro

GESEL-UFRJ

PREFÁCIO

A urgência do tempo real e o volume de demandas diárias, por vezes, nos impedem de parar um pouco e refletir sobre a caminhada, sobre as decisões que tomamos e se o que estamos fazendo está, de fato, construindo valor para a sociedade. Por isso, os registros de história e memória são tão importantes para o progresso da humanidade. É necessário rever o passado, reexaminar as experiências, observar o presente e, deste balanço, lançar as bases do futuro.

É com este espírito que o Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) nos apresenta, nesta obra, uma importante reflexão sobre o Programa de P&D, correlato ao setor de energia elétrica e regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com uma visão analítica do que foi desenvolvido no período de 2008 a 2015, isto é, uma avaliação criteriosa do passado com o intuito de revisitar a jornada, reconhecendo erros e acertos para, então, propor aperfeiçoamentos e planejar o futuro.

Com 23 anos de atuação em pesquisa sobre o setor elétrico, no Brasil e no mundo, certamente o GESEL é uma das instituições mais qualificadas para tratar de um tema tão estratégico para o país, como o Programa de P&D da ANEEL, o qual, há 20 anos, impulsiona a inovação, a originalidade e a criatividade, tanto em novos produtos, serviços e procedimentos, quanto no aperfeiçoamento de processos de um setor maduro e de vultuosos investimentos.

A energia elétrica é um insumo fundamental para a atividade produtiva, para desenvolver a economia e para propiciar melhores condições de vida à população, permitindo o acesso ao salto tecnológico da revolução digital e a seus produtos e serviços. O Setor Elétrico Brasileiro constitui um ambiente primordial de investimentos para o país, provocando inúmeras possibilidades de desenvolvimento.

De todos os segmentos de infraestrutura regulados, o setor de energia elétrica é, sem sombra de dúvidas, o mais avançado em seus aspectos regulatórios, proporcionando um ambiente favorável para investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que movimenta cerca de R\$ 847 bilhões por ano.

O Programa de P&D da ANEEL foi estabelecido nos anos 2000 por meio da Lei nº 9.991/2000 e prevê que as empresas do setor elétrico devem empregar, todos os anos, um percentual mínimo de sua Receita Operacional Líquida em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos em benefício do setor elétrico, cabendo à agência reguladora gerir e operacionalizar esta política pública, que anualmente tem aplicado R\$ 580 milhões, em média.

Os benefícios do Programa perpassam o setor elétrico e alcançam toda a sociedade brasileira. O Programa já capacitou mais de 1.500 pesquisadores em especializações, mestrado e doutorado, propiciou mais de 300 patentes e registros de propriedade e promoveu a publicação de, aproximadamente, 4.800 artigos científicos em eventos e periódicos nacionais e internacionais, a partir dos projetos já executados¹. Além de gerar novos produtos e serviços, os ganhos na produção de conhecimento são imensuráveis. O setor de energia ganha, o Brasil ganha.

Os projetos de P&D da ANEEL, além de metas bem definidas, necessitam de motivação, aplicabilidade, relevância e, principalmente, originalidade, com foco em inovação em demandas do setor elétrico.

Joseph Schumpeter, um dos mais conceituados economistas do século passado, criador da teoria da “destruição criativa” e entusiasta do processo inovativo, defende que o desenvolvimento só ocorre por meio da inovação, sendo esta fundamental para as modificações de equilíbrio da economia.

A inovação premente no setor de energia aumenta a necessidade pela prestação de um serviço eficiente, uma vez que a inserção da tecnologia é inexorável e os cidadãos, sujeitos a essas mudanças, não podem se privar de usufruir de seus avanços. Assim, as políticas públicas e a regulação do setor devem se atualizar e ser modernas o suficiente para recepcionar esses progressos, ao olhar para o futuro.

Com base nesta perspectiva, esta publicação organizada pelo Professor Nivalde de Castro, por José Eduardo Cassiolato e por Renata Lèbre La Rovere, junto

¹ Dados da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da ANEEL.

com uma equipe de autores de peso, resultado de um projeto de P&D submetido à ANEEL em 2016, traz um conjunto de experiências que, além de sólida base científica, está estruturado no horizonte da inovação.

A partir de ampla bibliografia e expressivas referências, a obra apresenta de maneira didática os conceitos dos sistemas de inovação e sua aplicabilidade ao setor elétrico. O leitor encontra uma análise dos impactos do Programa, a partir de casos concretos de empresas do setor, e de como os projetos fomentam a inovação setorial, indicando desafios e oportunidades.

Em uma perspectiva histórica, a obra resgata a memória dos Programas de P&D da ANEEL, pontuando como as experiências podem ser valiosas para o aprendizado, além de contribuir para o melhor aproveitamento de todo capital intelectual, tecnológico e inovativo do Setor Elétrico Brasileiro.

Elisa Bastos Silva

Diretora da Agência Nacional de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1. Metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa.....	19
2. Sistemas de inovação como referencial conceitual para a análise do Programa de P&D da ANEEL.....	31
2.1. A visão linear de inovação implícita no Programa de P&D da ANEEL.....	31
2.2. Perspectiva sistêmica da inovação.....	36
2.2.1 - O subsistema de produção e inovação e as redes de empresas.....	41
2.2.2 - O Papel do subsistema de criação de capacitações, pesquisa e serviços tecnológicos.....	42
2.2.3 - O papel do subsistema de políticas, promoção, representação e financiamento....	45
2.2.3.1 - O papel do Estado na dinâmica inovativa dos países.....	46
2.2.3.2 - Políticas sistêmicas e a importância dos elementos implícitos.....	48
2.3. - Abordagem metodológica dos capítulos do livro.....	49
2.3.1 - As empresas do setor elétrico, seus fornecedores e prestadores de serviços.....	49
2.3.2 - Análise das capacidades para a produção de conhecimentos e tecnologias no setor de energia elétrica no Brasil (2008-2015).....	50
2.3.3 - O Programa de P&D como fomento do processo inovativo no setor elétrico brasileiro.....	50
2.3.4 - Políticas implícitas e explícitas de fomento à inovação.....	51
2.3.5 - Panorama dos desafios e oportunidades da inovação do setor elétrico.....	51
2.3.6 - A inovação no setor elétrico de países selecionados.....	51

2.3.7 - Propostas para o aprimoramento do Programa de P&D da ANEEL em articulação com outras políticas de inovação no Setor Elétrico Brasileiro.....	52
2.4. Conclusão.....	52
3. Análise dos impactos do Programa de P&D da ANEEL: O caso das empresas do setor elétrico e das empresas fornecedoras de bens e serviços.....	59
3.1. Análise dos impactos do Programa de P&D da ANEEL sobre as empresas do setor elétrico brasileiro.....	62
3.1.1 - Caracterização das empresas entrevistadas.....	62
3.1.2 - Área de inovação na estrutura das empresas entrevistadas.....	63
3.1.3 - Objetivo das iniciativas de inovação e P&D nas empresas entrevistadas.....	64
3.1.4 - fonte de recursos para as atividades de inovação e P&D nas empresas entrevistadas.....	65
3.1.5 - Importância das iniciativas de inovação e P&D nas empresas entrevistadas.....	67
3.1.6 - Financiamento das atividades inovativas.....	69
3.1.7 - Impacto da introdução de inovações.....	70
3.1.8 - Critérios de classificação, seleção e priorização das propostas de projetos relacionados ao Programa de P&D da ANEEL.....	72
3.1.9 - Obstáculos na implementação de projetos de P&D.....	73
3.1.10 - Fatores que dificultam ou prejudicam as atividades de inovação e P&D.....	74
3.1.11 - Síntese das observações das empresas do setor elétrico.....	75
3.2. Análise dos impactos do Programa de P&D da ANEEL sobre as empresas fornecedoras de bens e serviços para o setor elétrico.....	77
3.2.1 - Caracterização das empresas entrevistadas.....	77
3.2.2 - Papel da inovação na estratégia das empresas entrevistadas.....	78
3.2.3 - Caracterização das atividades inovativas.....	80
3.2.4 - Principais inovações introduzidas.....	82
3.2.5 - Financiamento das atividades inovativas.....	85
3.2.6 - Parcerias.....	86

3.2.7 - Dificuldades e obstáculos para implementação de projetos de inovação e de atividades inovativas.....	87
3.2.8 - Síntese das observações das empresas fornecedoras de bens e serviços para o setor elétrico.....	90
3.3. Sistematização dos resultados.....	92
4. Análise das capacidades para a produção de conhecimento e tecnologias no setor de energia elétrica no Brasil (2008-2015).....	97
4.1. Estrutura científica brasileira.....	99
4.2. Caracterização da estrutura científica brasileira relacionada à energia elétrica, segundo os grupos de pesquisa do cnpq.....	101
4.2.1 - Caracterização dos grupos de pesquisa na área elétrica.....	101
4.2.2 - Instituições dos grupos de pesquisas.....	103
4.2.3 - Grande área cognitiva dos grupos de pesquisas.....	109
4.2.4 - Recursos humanos dos grupos de pesquisa.....	111
4.3. Redes de interações para a produção de conhecimentos e tecnologias.....	112
4.3.1 - Sobre o banco de dados de projetos de pesquisa no setor de energia elétrica.....	112
4.3.2 - Redes de interações territoriais em projetos de pesquisa em energia elétrica.....	114
4.3.3 - Redes de interações institucionais em projetos de pesquisa no SEB....	122
4.3.4 - Redes de interações cognitivas.....	126
4.4. Conclusões.....	135
4.4.1 - Mapeamento dos grupos de pesquisa do setor elétrico brasileiro.....	135
4.4.2 - Dinâmicas das redes de interações em projetos de pesquisa do setor elétrico brasileiro.....	136
4.4.3 - Dinâmicas das redes de interações em projetos de P&D da ANEEL.....	137
5. O Programa de P&D como fomento do processo inovativo no setor elétrico brasileiro.....	147
5.1. Enquadramento conceitual.....	150

5.1.1 - Sistemas nacionais de inovação e a relevância da estrutura científica.....	150
5.1.2 - Importância das interações na perspectiva sistêmica.....	151
5.1.3 - Interações entre universidades e empresas na promoção de inovações.....	153
5.1.4 - Barreiras às interações entre empresas e estrutura científica.....	157
5.2. Análise qualitativa do programa de P&D da ANEEL.....	159
5.2.1 - Contribuições do Programa de P&D da ANEEL para a estrutura científica.....	160
5.2.2 - As limitações do Programa de P&D reportadas em entrevistas com os agentes.....	162
5.2.2.1 - Preterição de projetos de P&D com maior grau de inovação.....	162
5.2.2.2 - Capacidade de absorção de conhecimento por parte de empresas.....	165
5.2.2.3 - “Timing” de universidades e empresas.....	168
5.2.2.4 - Confiança de empresas em universidades.....	170
5.2.2.5 - Burocracia.....	171
5.2.2.6 - O registro de patentes e <i>software</i>	175
5.2.2.7 - Transformações de protótipos em produtos e a comercialização de produtos.....	178
5.2.2.8 - A avaliação final de projetos.....	181
5.3. Conclusões.....	183
6. Panorama de desafios e oportunidades de inovação no setor elétrico	191
6.1. Visão estratégica do programa e sua articulação com outras políticas públicas	193
6.1.1 - Falta de alinhamento das políticas de fomento à ciência, tecnologia e inovação de diversas instituições e níveis do governo, no sentido de conformarem um plano estratégico unificado, e falta de coordenação com as diretrizes de outras políticas públicas	193
6.1.2 - Falta de uma visão estratégica do Programa de P&D orientada a explorar o potencial de articulações sistêmicas em torno de iniciativas de longo prazo e estruturada em base às demandas por parte da sociedade, às tendências tecnológicas que determinam o desenvolvimento do setor e às capacidades e necessidades dos seus atores	196

6.2. Operação do programa de P&D.....	198
6.2.1 - Dificuldades em estimular projetos de P&D com foco nos grandes desafios do setor elétrico e com alto grau de inovação.....	198
6.2.2 - Regulação complexa e processos burocráticos.....	199
6.2.3 - Inflexibilidade na alocação de recursos dentro de projetos, de forma a desconsiderar as especificidades de diferentes etapas da cadeia de inovação.....	200
6.2.4 - Rigidez nos termos de apropriação de propriedade intelectual, cessão e licenciamento.....	200
6.2.5 - Obstáculos à apreciação de esforços e de resultados efetivamente relevantes em avaliações finais.....	201
6.2.6 - Dificuldades e questionamentos relacionados ao enquadramento em critérios de avaliação.....	202
6.2.7 - Riscos e entraves para enquadramento de projetos não tecnológicos (inovações organizacionais, softwares, modelo de negócio, etc.)....	203
6.3. Articulação dos esforços inovativos e geração de demanda para os produtos resultantes.....	203
6.3.1 - Falta de clareza sobre a definição de pesquisa, desenvolvimento, inovação e construção de competências.....	203
6.3.2 - Pouca relevância de PD&I como variável estratégica na gestão das empresas e na atuação do órgão regulador e de outras instituições do sistema elétrico.....	207
6.3.3 - Custos e incerteza tecnológica relacionados ao esforço de transformar um protótipo em um produto novo, produzido em escala industrial e inserido no mercado.....	208
6.3.4 - Riscos econômicos relacionados ao uso de equipamentos novos, ainda não consagrados no mercado.....	210
6.3.5 - Interfaces com outras políticas para garantir estímulo à demanda não são exploradas.....	210
6.4. Articulação e cooperação entre empresas do setor elétrico e outros segmentos.....	211

6.4.1 - Vedações do programa que criam obstáculos a parcerias internacionais.....	211
6.4.2 - Rigidez nos termos de apropriação de propriedade intelectual, cessão e licenciamento.....	212
6.4.3 - Dificuldades para enquadrar e mensurar contrapartidas econômicas em projetos (inclusive capacitações acumuladas e mobilizadas por parceiros).....	213
6.4.4 - Entraves burocráticos e ausência de incentivos para maior articulação com outros setores (fornecedores, prestadores de serviços e outros segmentos nas cadeias produtivas).....	214
6.5. Fluxos de informação e construção de capacitações.....	219
6.5.1 - Viés acadêmico em termos de valoração dos resultados dos projetos e de prática de avaliação.....	219
6.5.2 - Deficiência no sistema para controle da redundância das pesquisas, divulgação e compartilhamento de informações.....	220
6.5.3 - Viés acadêmico na gestão de recursos humanos (nível de formação de quadros e gastos permitidos com formação).....	221
6.5.4 - Baixo engajamento dos funcionários em atividades inovativas e falta de articulação entre as áreas de P&D e Inovação e as demais áreas da empresa.....	222
6.6. A dinâmica de consulta a especialistas para a construção de propostas.....	223
6.7. Conclusões.....	229
7. Políticas implícitas e explícitas de fomento à inovação no setor elétrico brasileiro	235
7.1. O papel do estado na abordagem sistêmica de inovação e as políticas explícitas e implícitas de inovação	237
7.2. Políticas explícitas e políticas implícitas de inovação no âmbito do setor elétrico brasileiro	240
7.2.1 - Políticas explícitas de inovação	240
7.2.1.1 - Financiamento das políticas de inovação no setor elétrico brasileiro	240
7.2.1.2 - A Estratégia Nacional De Ciência, Tecnologia E Inovação E Os Planos De Ct&I Na Área De Energia	243

7.2.1.3 - O Plano Inova Energia	247
7.2.1.4 - Fundo Setorial de Energia	249
7.2.1.5 - BNDES – Fundo Tecnológico	251
7.2.1.6 - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	253
7.2.1.7 - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	255
7.2.1.8 - EMBRAPPII	257
7.2.2 - Políticas implícitas de apoio à inovação no setor elétrico brasileiro: a questão regulatória	259
7.2.2.1 - Regulação no segmento de distribuição	259
7.2.2.1.1 - Contextualização dos modelos regulatórios tradicionais do segmento de distribuição face ao atual paradigma tecnológico do setor	259
7.2.2.1.2 - Tendências tecnológicas no segmento de distribuição de energia elétrica e a difusão dos Recursos Energéticos Distribuídos	261
7.2.2.1.3 - Reflexões acerca da regulação no segmento de distribuição face ao novo paradigma tecnológico do setor	262
7.2.2.3 - Aspectos regulatórios para inovação no segmento de transmissão	264
7.2.2.4 - Aspectos regulatórios para inovação no segmento de geração	265
7.3. Conclusão	266
8. A Inovação no setor elétrico em países selecionados.....	271
8.1. Reino Unido.....	274
8.1.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico do Reino Unido.....	274
8.1.2 - Principais atores do sistema de inovação no Reino Unido.....	279
8.2. Estados Unidos.....	282
8.2.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico dos Estados Unidos....	282
8.2.2 - Principais atores do sistema de inovação nos Estados Unidos para o setor elétrico.....	285
8.3. Alemanha.....	291
8.3.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico da Alemanha.....	291

8.3.2 - Principais atores do sistema de inovação na Alemanha.....	295
8.4. Israel.....	299
8.4.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico de Israel.....	299
8.4.2 - Principais atores do sistema de inovação em Israel.....	303
8.5. Coreia do Sul.....	305
8.5.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico da Coreia do Sul.....	305
8.5.2 - Principais atores do sistema de inovação na Coreia do Sul.....	310
8.6. China.....	312
8.6.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico da China.....	312
8.6.2 - Principais atores do sistema de inovação da China.....	316
8.7. Índia.....	318
8.7.1 - Políticas de promoção da inovação no setor elétrico da Índia.....	318
8.7.2 - Principais atores do sistema de inovação na Índia.....	322
8.8. Síntese e considerações finais.....	323
9. Propostas de avanço do Programa de P&D da ANEEL em articulação com outras políticas que influenciam a inovação no setor elétrico brasileiro	337
9.1. Articulação institucional, construção de uma visão prospectiva e prioridades estratégicas para a sociedade	340
9.1.1 - Plano de inovação para o setor elétrico	342
9.1.2 - Observatório de inovação do setor elétrico	345
9.1.3 - Conselho de inovação do setor elétrico	347
9.1.4 - Diretrizes para o alinhamento com o marco regulatório do setor elétrico	349
9.2. Mudanças no escopo do Programa de P&D da ANEEL	350
9.2.1 - Mudança no conceito e escopo de inovação	351
9.2.2 - Inovação como eixo estratégico das empresas	353
9.2.3 - Redes flexíveis e abrangentes de inovação	353
9.3. Articulação com outras instituições e programas	354
9.4. Implicações para acompanhamento e avaliação da ANEEL	359

9.4.1 - Avaliação dos projetos	359
9.4.2 - Para além dos projetos, um acompanhamento na esfera da firma e do sistema de inovação	360
9.4.2.1 - Ações para a Construção de Competências	363
9.4.2.2 - Resultados e impactos	365
9.4.2.3 - Construção e amadurecimento de rotinas	367
9.4.2.4 - Desdobramento analítico	372
9.5. Considerações finais	373
Anexo: A rede de inovação no setor elétrico como um catalisador para impulsionar o ecossistema de inovação no setor elétrico brasileiro	377
1. Contextualização do ambiente institucional para a RISE.....	380
2. A concepção da RISE.....	382
3. Aplicação prática da RISE na mobilidade elétrica.....	384
4. A chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018.....	386
5. Conclusão.....	387
Apêndice Metodológico.....	403
1. Bancos de dados.....	403
1.1 - Plataforma Lattes.....	403
1.2 - Seleção de casos e extração de dados.....	405
1.3 - Banco de dados da ANEEL.....	406
1.4 - Construção de banco de dados de projetos de pesquisa no setor de energia elétrica do Brasil.....	407
2. Técnicas de análise e trabalho de campo.....	408
2.1 - Técnicas quantitativas e análises de redes sociais.....	408
2.2 - Entrevistas qualitativas e codificação.....	410
Autores.....	413

CAPÍTULO 1

METODOLOGIA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nivalde de Castro
Marcelo Pessoa de Matos
André Alves

A metodologia estruturada aplicada no desenvolvimento do Projeto “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008-2015) e formulação de propostas de aprimoramento deste programa” teve como base uma abordagem sistêmica da inovação. Esta abordagem que será explicitada nos próximos capítulos, em termos práticos, é derivada do conceito de Sistema Setorial de Inovação¹. A principal característica deste conceito é considerar a atividade inovativa de um determinado um setor, no caso em questão o setor elétrico, como sendo um processo amplo e dinâmico, que ocorre dentro e fora das empresas, criando e abrangendo uma rede complexa de agentes e de articulações. Neste contexto de rede de inovação, incluem-se no processo não só as empresas, mas também as instituições e centros de pesquisa, universidades, fornecedores, consumidores, instituições de política pública, etc. (MALERBA, 2002; 2005).

Especificamente no caso do Setor Elétrico Brasileiro (SEB), a conceituação e abordagem sistêmica em termos de inovação deve considerar, com destaque, a atuação das diversas empresas e instituições gestoras dos projetos no âmbito do Programa de P&D da ANEEL.

Considerando-se que o escopo central da pesquisa é analisar os resultados dos projetos do Programa de P&D da ANEEL e propor aprimoramentos, é necessária a adoção de ferramentas de avaliação orientadas para a obtenção de informações sobre o processo inovativo nos diferentes segmentos do SEB. Estas informações de avaliação quantitativa e qualitativa foram obtidas junto às empresas do setor elétrico, empresas fornecedoras de bens e serviços, instituições de ensino e pesquisa, entidades do setor público, entidades financiadoras de projetos e de pesquisas e, ainda, grupos consumidores de energia elétrica. Ou seja, busca-se incorporar a diversidade de atores relevantes em uma perspectiva ampla de sistema de inovação (CASSIOLATO; LASTRES, 2008).

Desta forma, foi empregada uma metodologia dividida em etapas, articuladas com o desenvolvimento do projeto de pesquisa. Após uma etapa inicial de definição de arcabouço do conceitual e de incorporação da visão sistêmica de inovação (Etapa 1), as três etapas seguintes aplicaram entrevistas junto a conjuntos de agentes, de modo a estabelecer um panorama retrospectivo, a saber:

1 O referencial de Sistema Setorial de Inovação foi aplicado em função de seu alinhamento, em termos metodológicos, ao objeto em questão e por ser consolidado na literatura de inovação. Contudo, a perspectiva adotada supera uma visão restrita a um setor e abrange um conjunto amplo e diversificado de segmentos de atividade que se conectam com o setor elétrico. Portanto, ao longo do texto, quando se lê Sistema de Inovação do Setor Elétrico, o foco de análise é, de fato, no sistema de inovação em torno do setor elétrico.

- i. Empresas dos segmentos de geração, transmissão e distribuição do SEB;
- ii. Instituições acadêmicas e centros de pesquisa; e
- iii. Empresas fornecedoras de bens e serviços para o setor elétrico.

No primeiro grupo – das empresas do SEB -, foram realizadas 26 entrevistas em 18 empresas mais representativas. Do total de entrevistas, 18 foram aplicadas aos responsáveis pelos departamentos de P&D e Inovação Tecnológica e 8 foram feitas com membros de diretorias.

Tendo por base a centralidade do Programa de P&D da ANEEL e uma visão ampla do processo inovativo, foi elaborado um questionário com dois tipos de perguntas, quais sejam, estruturadas e abertas.

O questionário foi inspirado no documento elaborado pelo IBGE para a realização da Pesquisa Brasileira de Inovação (PINTEC) (IBGE, 2016) e no documento elaborado pela RedeSist para pesquisas sobre sistemas de inovação (MATOS *et al.*, 2017).

Desta forma, o questionário foi construído com o objetivo de verificar como o Programa de P&D da ANEEL se articula com estratégias mais ampla de inovação das empresas. Buscou-se, assim, captar o foco, as características, os resultados e os obstáculos da atividade inovativa das empresas² em sentido amplo e como o Programa de P&D da ANEEL constitui parte deste mosaico.

Os resultados obtidos nas entrevistas com este grupo de empresas revelaram a importância do Programa de P&D da ANEEL, destacando, também, alguns dos obstáculos e entraves associados, grosso modo, às regras e normas do Programa e às dificuldades internas das empresas (CASTRO *et al.*, 2018a).

No segundo grupo de entrevistas, das instituições acadêmicas e centros de pesquisa, o elemento metodológico diferencial foi o mapeamento georreferenciado das redes de conhecimento, mobilizadas em torno de áreas de conhecimento que se relacionam com o SEB e com o Programa de P&D da ANEEL. Como base primária de informação para este mapeamento, foi utilizado o diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. Desta forma, foi possível construir uma visão ampla da rede de conhecimento e das informações de parcerias com ICTs e grupos de pesquisa constantes na base de

2 Adota-se uma visão abrangente de atividade inovativa, conforme consolidado na literatura de referência internacional (OCDE, 2006; IBGE, 2016), incluindo as seguintes atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos, aquisição de software, aquisição de máquinas e equipamentos para inovar, treinamento, introdução das inovações tecnológicas no mercado, projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição.

dados dos projetos de P&D da Agência, provendo uma visão da rede de inovação especificamente mobilizada por este instrumento de política pública, que é o Programa de P&D da ANEEL. Informado por estes resultados, foram realizadas 34 entrevistas com professores e pesquisadores, em um total de 19 entidades (CASTRO *et al.*, 2018b).

Na terceira etapa, foram realizadas 49 entrevistas com empresas fornecedoras de bens e serviços ao setor elétrico. A exemplo do proposto para as empresas do setor elétrico, também foi empreendida uma análise ampla das atividades inovativas dos fornecedores e prestadores de serviço, buscando identificar como o Programa de P&D da ANEEL se encaixa e condiciona esta dinâmica. Buscou-se analisar a percepção deste grupo acerca dos principais entraves e obstáculos enfrentados no âmbito do Programa e das necessidades de aperfeiçoamento a nível regulatório e operacional (CASTRO *et al.*, 2018c).

Assim, o que se buscou essencialmente com estas três etapas de entrevistas foi captar e sistematizar a percepção que as diferentes classes de agentes participantes do processo inovativo no SEB possuem sobre o Programa de P&D da ANEEL e, assim, enquadrar as necessidades de seu aperfeiçoamento.

De posse dos resultados obtidos e verificados nas três etapas anterior descritas, iniciou-se a Etapa 5 do projeto (ver Figura 1), cujo objetivo era a prospecção de como ajustes no Programa de P&D e a articulação com outras instituições e iniciativas poderiam contribuir para que as atividades desenvolvidas no escopo do Programa avancem até o final da cadeia de inovação, gerando resultados que sejam efetivamente percebidos pela sociedade.

Neste sentido, enquanto as etapas anteriores da pesquisa empreenderam uma análise detalhada de como se desenvolveu o Programa de P&D da ANEEL, a Etapa 5 apontou para uma perspectiva prospectiva, examinando e explorando possibilidades de aperfeiçoamento do Programa e, principalmente, os potenciais de geração de valores e resultados efetivamente percebidos e direcionados para a sociedade brasileira.

Do ponto de vista metodológico, o primeiro passo da Etapa 5 do projeto consistiu na identificação de cinco eixos de desafios e oportunidades que resultaram da consolidação dos resultados das suas etapas pretéritas. Foram eles:

Eixo 1 - Visão estratégica do Programa de P&D da ANEEL;

Eixo 2 - Operação do Programa de P&D da ANEEL;

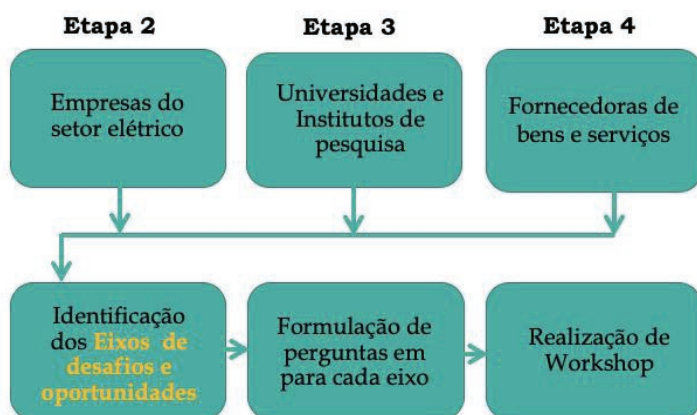
Eixo 3 - Articulação dos esforços inovativos e geração de demanda para os produtos resultantes;

Eixo 4 - Articulação e cooperação entre empresas do setor elétrico e outros segmentos; e

Eixo 5 - Fluxos de informação e construção de capacitações.

Após o estabelecimento dos eixos de pesquisa, foram formuladas de 3 a 4 questões para cada eixo, com o objetivo de nortear os passos seguintes da análise. Para tanto, foi organizado um workshop presencial em um hotel do Rio de Janeiro, com duração de 9 horas. O evento contou com a participação de 25 especialistas, representando empresas do setor, o marco institucional, institutos e centros de pesquisa, empresas fornecedoras de bens e serviços, além de grupos de consumidores, onde as questões foram formuladas, respondidas e sistematizadas. A Figura 1, abaixo, ilustra o desenvolvimento do projeto até a realização do workshop.

Figura 1: Dinâmica Percorrida até a Etapa 5 do Projeto



Fonte: Elaboração própria

A metodologia adotada no workshop foi uma adaptação do método “World Café”, considerado adequado para promover a discussão sobre determinado assunto em um grupo numeroso de especialistas. A dinâmica do método envolve a criação de um ambiente que favoreça a discussão, o diálogo e a busca por consensos em torno de temas previamente definidos. Isto é feito através da organização dos participantes em pequenos grupos que devem passar por mesas temáticas, contando com o apoio de um mediador, no caso membro da equipe da pesquisa, que registra os principais aspectos e busca alcançar consensos dentro de cada grupo.

Os especialistas foram divididos em cinco grupos que passaram por cinco mesas, onde cada uma delas tinha como tema os cinco eixos nortecedores previamente defi-

nidos na pesquisa e listados acima. Assim, para cada rodada, os cinco grupos foram alocados em uma mesa debatendo um tema específico ligado ao Programa de P&D da ANEEL. Ao final das rodadas, os grupos foram rearranjados e o processo se repetiu até que todos os participantes passaram por todas as cinco mesas. Em consonância com a visão prospectiva da etapa, ao final de cada rodada, foram registradas propostas de possíveis melhorias e aperfeiçoamentos para o Programa de P&D da ANEEL.

Após a última rodada de debate, os mediadores e coordenadores do workshop consolidaram as principais propostas formuladas por cada uma das cinco mesas temáticas e, ao todo, foram registradas 47 propostas. Em seguida, foi realizada uma plenária final do workshop, com os 25 especialistas para:

- i. Apresentar os resultados gerais das mesas; e
- ii. Identificar a existência (ou não) de consensos sobre as discussões em torno dos eixos temáticos das 47 propostas.

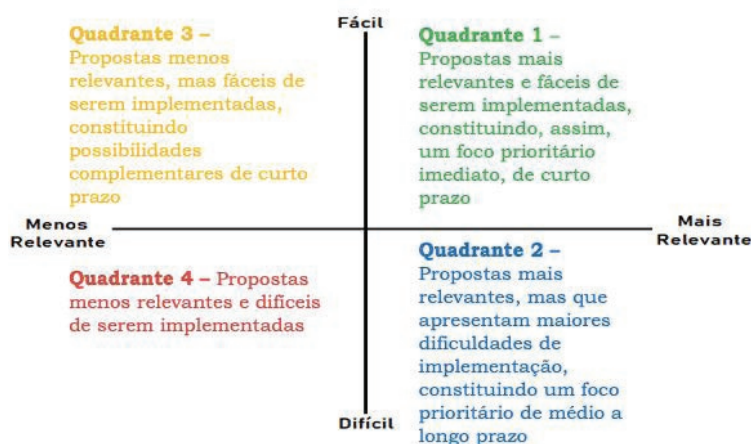
Destaca-se que cada uma das propostas continha desdobramentos em termos de políticas públicas, de inovações regulatórias ou de alterações institucionais. O passo seguinte consistiu na sistematização e no detalhamento das propostas obtidas junto aos especialistas.

Todas as 47 propostas e seus detalhamentos foram sistematizadas em formulário eletrônico na plataforma *Survey Monkey*, sendo, posteriormente, enviado para os 25 especialistas participantes do workshop via e-mail. Na plataforma, cada uma das propostas foi avaliada e pontuada pelos especialistas com notas de -3 a 3, de acordo com dois critérios:

- i. **Grau de relevância da proposta**, em termos de ser capaz de impulsionar avanços significativos para a geração de efetivas inovações relevantes e percebidas pela sociedade.
- ii. **Grau de facilidade/dificuldade de implementação**, no sentido de serem necessários maiores ou menores ajustes em marcos legais e regulamentos, articulações institucionais mais ou menos complexas, etc.

Com base nas avaliações realizadas pelos especialistas, as propostas foram plotadas em um gráfico de quatro eixos, de acordo com o *score* médio obtido em cada um dos critérios. No eixo horizontal, cada proposta foi avaliada com relação ao seu grau de relevância e, no eixo vertical, elas foram avaliadas de acordo com o grau de facilidade de implementação. Assim, os quadrantes do gráfico foram classificados como representado no Gráfico 1.

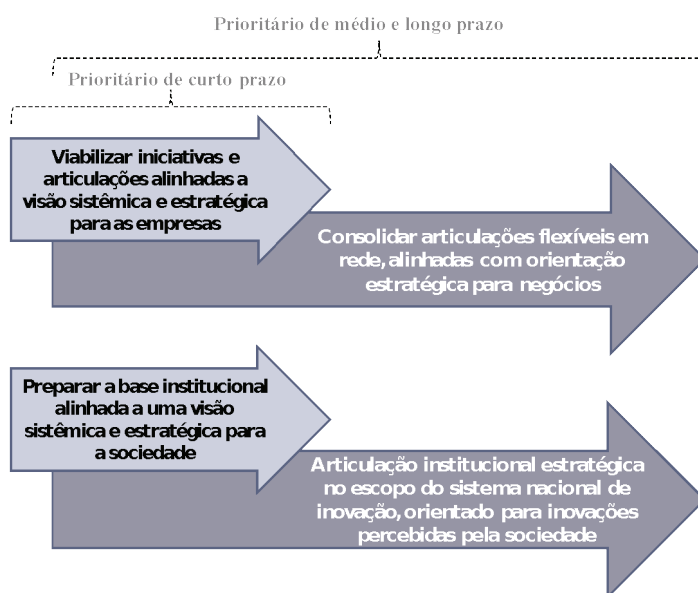
Gráfico 1: Classificação das Propostas por Quadrantes



Fonte: Elaboração própria

Por fim, após a validação e classificação das 47 propostas, de acordo com os dois critérios, foi possível identificar dois eixos estratégicos para cada uma delas. Estes eixos representam vertentes de curto e de longo prazo, bem como o nível de priorização das propostas, conforme apresentado na Figura 2, abaixo.

Figura 2: Vetores de Priorização das Propostas



Fonte: CASTRO et al. (2018d)

Em ambos os vetores, é possível apontar um conjunto de propostas de curto prazo, ou seja, aquelas de implementação relativamente fácil, e um conjunto de propostas de médio e longo prazo, consideradas prioritárias, mas com uma implementação relativamente mais difícil.

Nestes termos, a metodologia empregada no Projeto de Pesquisa “Avaliação do programa de P&D da ANEEL (2008-2015) e formulação de propostas de aprimoramento deste programa” permitiu captar e sistematizar a visão de um conjunto representativo de agentes que atuam direta e indiretamente no SEB, possibilitando a elaboração de um diagnóstico do Programa de P&D da ANEEL, destacando os principais entraves e obstáculos, derivados das etapas 2, 3 e 4. Com a metodologia empregada na Etapa 5, vinculada ao workshop, foi possível adotar uma abordagem prospectiva, alcançando um mínimo de consensos no que diz respeito aos ajustes necessários e às potencialidades do Programa de P&D da ANEEL.

Neste ponto, destaca-se o aporte obtido através da pesquisa sobre as experiências internacionais em termos de inovação no setor elétrico. Este esforço ocorreu no sentido de analisar e consolidar boas práticas adotadas em outros países e as suas possibilidades de adaptação e implementação no SEB, sendo, portanto, uma importante contribuição para o escopo do projeto.

Como resultado final do projeto, a expectativa e objetivo geral é propor mudanças no Programa de P&D da ANEEL, a nível regulatório, e nas políticas (implícitas e explícitas), com a finalidade de gerar valores e resultados que sejam efetivamente percebidos pela sociedade.

Dada a riqueza de informações qualitativas e quantitativas obtidas pelo projeto, retratadas neste livro, avalia-se que a metodologia empregada foi positiva e bem-sucedida do ponto de vista da geração de conhecimento. Em números gerais, foram realizadas 111 entrevistas, resultando na obtenção de vasto conteúdo de informações primárias. O material obtido passou, ainda, por etapas de processamento e análise, sendo, posteriormente, materializado junto a especialistas na forma de propostas que foram, em seguida, validadas e classificadas, em função de critérios definidos de acordo com a metodologia adotada no projeto de pesquisa.

Desta forma, pode-se assinalar, com a devida ênfase, que o conjunto de proposições e sugestões obtido pelo projeto possui respaldo e fundamentação conferidos pela robustez da abordagem metodológica utilizada. A massa de informações e conhecimentos gerada a partir desta abordagem e, ainda, a consistência dos resultados observados a nível propositivo encorajam a sua replicação em projetos de pesquisa semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, N. *et al.* **Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008 – 2015): Relatório do Bloco 2.** Relatório de projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Rio de Janeiro. 2018a.

Castro, N. *et al.* **Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008 – 2015): Relatório do Bloco 3.** Relatório de projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Rio de Janeiro. 2018b.

Castro, N. *et al.* **Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008 – 2015): Relatório do Bloco 4.** Relatório de projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Rio de Janeiro. 2018c.

Castro, N. *et al.* **Avaliação do Programa de P&D da ANEEL (2008 – 2015): Relatório do Bloco 5.** Relatório de projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Rio de Janeiro. 2018d.

Cassiolatto, X; Lastres, X. 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Inovação: 2014.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

Malerba, F. **Sectoral Systems of Innovation and Production.** Research Policy, 31 (2), pp. 247-264, 2002.

Malerba, F. **Sectoral Systems of Innovation: a Framework for Linking Innovation to the Knowledge Base, Structure and Dynamics of Sectors.** Economics of Innovation and New Technology, 14 (1-2), pp. 63-82, 2005.

Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação.** 3ª ed., 2006.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE INOVAÇÃO COMO REFERENCIAL CONCEITUAL PARA A ANÁLISE DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL

José Eduardo Cassiolato
Marcelo Pessoa de Matos
Renata Lebre La Rovere
Maria Gabriela Podcameni
Marina de Souza Szapiro
João Marcos Hausman Tavares
Maria Martha Brito
Micaela Mezzadra

INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a base teórica que fundamenta todas as análises do estudo que gerou este livro. Para aportar boas respostas ao desafio de contribuir para um significativo avanço do Programa de P&D da ANEEL, o estudo se baseou no estado da arte da literatura, o referencial de sistemas de inovação, o qual tem orientado as políticas de inovação de um grande número de países, destacadamente aqueles que têm se posicionado na vanguarda do progresso tecnológico.

Partiu-se de uma premissa fundamental de que o objetivo de todo o estudo que gerou este livro é de “promover alterações no Programa de P&D e articulá-lo com outras políticas, de forma a promover esforços inovativos em rede, orientados para a efetiva introdução de inovações com relevante impacto para a sociedade”. Para tal, são explorados os fundamentos conceituais e seus desdobramentos em termos de procedimentos metodológicos adotados nas diversas etapas da pesquisa.

Deste modo, a próxima seção discute a visão de inovação subjacente à estrutura de incentivos que tem atuado no Programa de P&D da ANEEL. A seção 2 apresenta os fundamentos do referencial de sistemas de inovação e políticas sistêmicas de inovação. Esta seção se divide em subseções que exploram os fundamentos conceituais para analisar os diversos subsistemas que compõem o sistema de inovação. Por fim, a seção 3 resume os procedimentos metodológicos do estudo.

2.1. A VISÃO LINEAR DE INOVAÇÃO IMPLÍCITA NO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL

Mediante contribuições pioneiras de Schumpeter (1911; 1939; 1942), que estruturou um corpo teórico no qual se destacava a inovação como principal motor do sistema capitalista, a partir da década de 1960 se estruturou uma agenda de investigação que buscava avançar no entendimento sobre o processo de inovação e suas principais consequências.

As primeiras contribuições nesta linha de pesquisa concebiam a inovação como um ato, empreendido pelo empresário individual ou pelo laboratório de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da grande empresa inovadora, separado da invenção, que ficava sob responsabilidade de um inventor ou cientista e isolada da difusão. Neste sentido, o empreendedor (ou a grande empresa) tinha um papel fundamental, cabendo aos consumidores o papel passivo de incorporar as inovações introduzidas

em seus hábitos de consumo. Esta interpretação do processo de inovação ficou conhecida como “*Technology Push*” e era coerente com a visão de Schumpeter acerca da introdução de inovações no sistema econômico. Segundo esta interpretação, o processo inovativo era entendido como um processo linear e a inovação ocorreria através de estágios sucessivos e independentes de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção, marketing e difusão (SZAPIRO *et al*, 2018).

Com o avanço da pesquisa sobre as fontes mais importantes de inovação, alguns autores, dentre os quais Schmookler (1966) é o mais conhecido, passaram a atribuir maior importância às pressões da demanda no direcionamento das atividades de P&D. Neste caso, a identificação dos requerimentos dos clientes no mercado (demanda) pelas empresas passou a ser visto como um ingrediente fundamental para nortear o esforço inovativo. Esta interpretação ficou conhecida como “*demand pull*” e, nesta perspectiva, a inovação ocorreria em estágios sucessivos e independentes de atividades de mapeamento e identificação das necessidades e requerimentos do mercado, atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e comercialização (SZAPIRO *et al*, 2018).

O avanço no debate acerca do processo de inovação acabou por conciliar as duas perspectivas anteriores, reconhecendo que fatores indutores derivados do avanço científico, de um lado, e estímulos gerados a partir da demanda, de outro lado, atuam simultaneamente e são mais ou menos relevantes em diferentes áreas e contextos. Contudo, estas abordagens não superaram a limitação fundamental: a perspectiva linear da inovação.

A visão linear do processo inovativo tem sua lógica baseada no entendimento de que a produção de novos conhecimentos e sua aplicação de maneira economicamente útil constituem partes de um processo compartmentado em etapas sequenciais capazes de transformar *inputs* em *outputs* (por exemplo, a transformação de investimentos em P&D em patentes). Essa linearidade se sustentaria, também, na percepção de que a inovação seria um fenômeno essencialmente interno às empresas, de tal ordem que as interações com outros agentes teriam a sua importância limitada à capacidade de gerar *inputs* para as inovações (CASSIOLATO e LASTRES, 2005).

No Programa da P&D da ANEEL, construiu-se uma visão de inovação como um processo de “*etapas sucessivas, em sequência natural das atividades de pesquisa básica e aplicada para o desenvolvimento experimental e, em seguida, para a produção e comercialização*” (CASTRO *et al*, 2016). Isto evidencia que os documentos que fundamentam o Programa ainda privilegiam a perspectiva linear do processo de inovação. Nota-se que esta noção deriva do entendimento da inovação como resultado de etapas representadas pelos diferentes tipos de projetos descritos no Manual do Programa da ANEEL, quais sejam, pesquisa básica dirigida, pesquisa aplicada, desenvolvi-

mento experimental, implantação de projeto piloto ou de protótipos e produção de cabeça de série, lote pioneiro ou inserção no mercado. Ademais, a orientação para que cada projeto se enquadre em uma destas etapas gera uma clara indução a uma lógica fragmentada e “particionada”, o que dificilmente conduz potenciais avanços científicos e tecnológicos a uma inovação em tempo hábil.

Adicionalmente, o sistema de avaliação de projetos do Programa é centrado em quatro dimensões para a sua avaliação inicial e final, sendo elas originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos (ANEEL, 2012). A originalidade, primeiro dos quatro critérios de avaliação da ANEEL, é “a qualidade do que é diferente ou novo” (ANEEL, 2012). Pelo manual da Agência (2012), para que um projeto seja aceitável, isto é, não tenha glosa e seja aceito, precisam ser atendidos, no procedimento de avaliação, dois dos cinco critérios enumerados a seguir: inexistência de produto similar no mercado nacional, ineditismo da aplicação da metodologia, do material ou do procedimento, registro de patente ou de software, geração de metodologia ou produto inovador, podendo o produto ser acadêmico, como artigo, dissertação ou tese, e publicações relacionadas ao produto ou à metodologia em periódicos internacionais ou nacionais conceituados (A1, A2 ou B1).

Os três últimos itens previstos não possuem conexão direta com uma lógica de inovação propriamente dita e se alinham a uma visão linear e suas tradicionais métricas de *output*. Destacadamente, a patente representa o registro de uma ideia, um conceito diferenciado com potencial aplicação prática, mas que está longe de se traduzir em efetiva inovação. Estudos internacionais sugerem que apenas 1% dos documentos de patente registrados se transforma em efetivas inovações com introdução em mercado (MACDONALD, 2004).

É certo que o objetivo da regulação do P&D foi promover inovação no setor elétrico, mas alguns autores, como Amaral (2012), afirmam que a política de estímulo ao Programa da ANEEL não consegue induzir adequadamente as relações entre os agentes envolvidos na geração de inovações e nem garante bons resultados em termos de padrões mais elevados de desenvolvimento tecnológico.

Essa falta de interação é uma característica do modelo linear de inovação. Por sua vez, com uma visão sistêmica de inovação, seu conceito passa a ser entendido como um processo de aprendizado não linear, cumulativo e específico da localidade. Ressalta-se que os documentos oficiais (Manual do Programa de P&D e o ProP&D) guardam este legado histórico de uma visão linear de inovação. Ao mesmo tempo, os esforços de amadurecimento das práticas de gestão do Programa e de revisão do marco regulatório têm buscado avançar em direção a esta perspectiva mais moderna e abrangente do processo inovativo, a qual é discutida na próxima seção.

2.2. PERSPECTIVA SISTÊMICA DA INOVAÇÃO

Um importante impulso de avanço no entendimento sobre o processo de inovação ocorreu a partir de uma série de estudos empíricos de grande fôlego. O projeto *Scientific Activity Predictor from Patterns with Heuristic Origins* (SAPPHO), coordenado por Chris Freeman, na Universidade de Sussex, do Reino Unido, e o *Yale Innovation Survey* (YIS), coordenado por Richard Nelson, nos EUA, além dos trabalhos coordenados por Nathan Rosenberg, na Universidade de Stanford, permitiram o avanço da compreensão sobre inovação. A partir do desenvolvimento desses projetos, a inovação deixou de ser vista como um processo de descoberta de novos princípios técnicos e científicos e passou a ser entendida como um processo de aprendizado não linear.

Na década de 1980, Kline e Rosenberg (1986) desenvolveram um conjunto de críticas à visão linear da inovação, tanto relacionadas à visão do *technology push*, como do *demand pull*, que resultou na proposição do Modelo Elo de Cadeia. Tal modelo representou uma mudança no entendimento do processo de inovação em relação ao modelo linear. Segundo o Modelo Elo de Cadeia, a inovação é entendida como um processo complexo e cumulativo, envolvendo um conjunto de retroalimentações entre as suas diferentes etapas e esferas, internas e externas, e as firmas que participam do processo de inovação.

A partir do desenvolvimento do debate acerca da inovação, surgiram, na literatura de economia da inovação, diferentes interpretações da inovação como um processo não linear e complexo, que envolve um conjunto de complexas interações nos níveis local, nacional e mundial, entre indivíduos, firmas e outras organizações voltadas à busca de novos conhecimentos. Neste contexto surgiu, na literatura acadêmica e em documentos de política da Organização para Cooperação e Desenvolvimento (OCDE), a abordagem de Sistema Nacional de Inovação (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993; OCDE, 1994).

Deste modo, os processos de inovação são marcados por mecanismos de feedback e relações de interação envolvendo ciência, tecnologia, aprendizado, produção, políticas e demanda. Ademais, o processo de inovação é gradual e envolve aspectos cumulativos, dependendo, portanto, de inovações que ocorreram no passado. Assim, a inovação resulta da combinação de possibilidades e componentes preexistentes e reflete conhecimentos combinados de novas maneiras, constituindo um fenômeno *path dependent*. (SZAPIRO *et al*, 2018).

A busca por inovações envolve um alto grau de incerteza, que decorre do fato de

que a solução de problemas existentes e as consequências das resoluções encontradas são desconhecidas *a priori* (LE MOS, 1999). Em virtude da complexidade e da incerteza inerentes ao processo de inovação, as firmas, apesar de serem o principal local do processo, quase nunca inovam sozinhas e elas interagem com outras organizações para adquirir, desenvolver e trocar vários tipos de conhecimentos, informações e outros recursos. Ou seja, para inovar, as empresas utilizam fontes internas e externas de conhecimento.

Além disso, a firma é vista como uma organização inserida em ambientes socioeconômicos e políticos que refletem trajetórias específicas. Portanto, o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores e como as instituições, inclusive as políticas, afetam o desenvolvimento dos sistemas (CASSIOLATO e LASTRES, 2005; CASSIOLATO *et al*, 2014; SZAPIRO *et al*, 2017; MATOS *et al*, 2017).

As interações são parte constitutiva e central da visão sistêmica da inovação e têm sido definidas, operacionalizadas e estudadas de formas muito diversas. Em sua maioria, tratam-se de interações que mobilizam a inovação a partir do intercâmbio de informações e conhecimentos, que dão forma a cada sistema em particular. Em última instância, as interações dependem da dinâmica e das capacidades das próprias organizações (sua capacidade de absorção, de compreender linguagens diversas, etc.), assim como das instituições que regulam e geram mecanismos de incentivo (ERBES e SUAREZ, 2016).

Dentro da perspectiva sistêmica, as interações têm sido entendidas por alguns autores como processos que implicam não apenas em intercâmbios, mas também em aprendizados. Para Lundvall (1992), as interações implicam em intercâmbios de conhecimento e em processos de aprendizado conjuntos, em que as atividades de aprendizado podem ser entendidas a partir do que chama de *Learning by Interacting*. Neste caso, o processo de aprendizado é considerado um processo evolutivo, em que os agentes se transformam e se tornam mais diversos, no que diz respeito ao conhecimento que possuem e ao que sabem fazer.

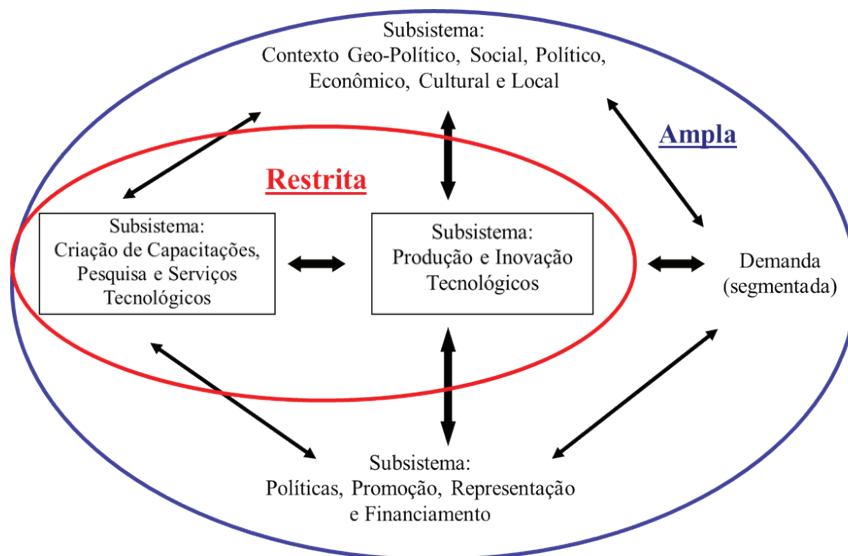
Arocena e Sutz (2003) consideram que é nos espaços interativos de aprendizado onde se resolvem problemas, isto é, se resolvem problemas a partir das interações entre atores diversos na identificação, geração e aplicação dos conhecimentos adequados. Neste nível, considera-se que as políticas públicas, em especial através de agências especializadas, podem contribuir para renovar ou criar novas relações e melhorar a posição dos atores mais fracos dentro do processo de inovação (JOHNSON e LUNDVALL, 1992).

A visão sistêmica se desdobra no conceito de sistemas nacionais de inovação (SNI)¹, o qual ressalta que as interações com outros agentes são condicionadas pelo ambiente nacional. Destacam-se elementos nacionais relacionados ao arcabouço político e institucional, a aspectos socioculturais, a trajetórias históricas, entre outros (CASSIOLATO e LASTRES, 2008; CASSIOLATO *et al*, 2014).

A literatura sobre SNI diferencia o conceito entre dois tipos de abordagens: as perspectivas restrita e ampla de sistemas de inovação. Destaca-se que este capítulo utiliza a perspectiva ampla de sistema de inovação. A definição restrita inclui organizações e instituições envolvidas na busca e na exploração de inovações, tais como os departamentos de P&D, os institutos tecnológicos e as universidades. Já a definição ampla de sistema de inovação inclui todas as partes e aspectos da estrutura econômica e do arcabouço institucional que afetam os processos de aprendizado, busca e exploração de inovações, incluindo os sistemas de produção, de marketing e financeiro, que se constituem em subsistemas onde ocorre o processo de aprendizado.

A Figura 1, abaixo, representa o esquema de um SNI contrastando ambas e integrando as duas visões.

Figura 1: Sistema Nacional de Inovação: visões ampla e restrita



Fonte: Lastres e Cassiolato (2005).

¹ O conceito de sistemas de inovação tem outras variantes, referentes ao escopo geográfico, local e regional, e a outros níveis de análise, sistemas setoriais e tecnológicos (para referência, ver Szapiro et al, 2017). Destaca-se, aqui, o conceito de sistema nacional de inovação por ser o conceito pioneiro na literatura e ter servido de base de inspiração para o desenvolvimento das variantes.

Assim, o conceito amplo de SNI é definido como a rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1987). Esta perspectiva traz implicações extremamente relevantes para a compreensão dos processos de geração e difusão de novas tecnologias no âmbito dos países. A capacidade inovativa de um país ou região é vista como o resultado das relações entre os atores econômicos, políticos e sociais e reflete condições culturais e institucionais próprias. Cada sistema nacional de inovação deve ser entendido de acordo com suas peculiaridades e sua inserção no contexto internacional, para que se avalie qual deve ser a estratégia mais apropriada ao seu desenvolvimento. Destaca-se a importância da influência das instituições que oferecem incentivos ou restrições para a inovação, tais como leis, regulação, normas culturais, regras sociais e padrões técnicos (SZAPIRO *et al*, 2018).

A visão sistêmica da inovação, quando integrada ao conceito de sistemas de inovação e articulada com a ideia de desenvolvimento, também encerra em si a percepção de que as especificidades pertinentes à realidade do território, seja em escala nacional, regional ou local, importam para o seu estudo. O reconhecimento dessas especificidades e daquelas pertinentes ao Setor Elétrico Brasileiro é importante, pois constituem determinantes para as trajetórias e relações entre os diferentes atores do sistema.

A partir do ponto de vista de países em desenvolvimento, a reflexão da aplicação do referencial de sistemas de inovação gerou alguns importantes avanços que merecem ser apontados. Em primeiro lugar, consolidou-se o entendimento de que o conceito de inovação não se restringe a processos de mudanças radicais na fronteira tecnológica, realizados majoritariamente por grandes empresas através de seus esforços de P&D, ou em setores considerados de alta tecnologia. Como consequência, a inovação deixa de ser um resultado direto e exclusivo das atividades formais de P&D e passa a ser definida de modo mais amplo, como novas formas de produzir bens e serviços, que são novos para as empresas, independentemente do fato de serem inéditos ou não, ou para os seus competidores, domésticos ou estrangeiros (CASSIOLATO *et al*, 2014).

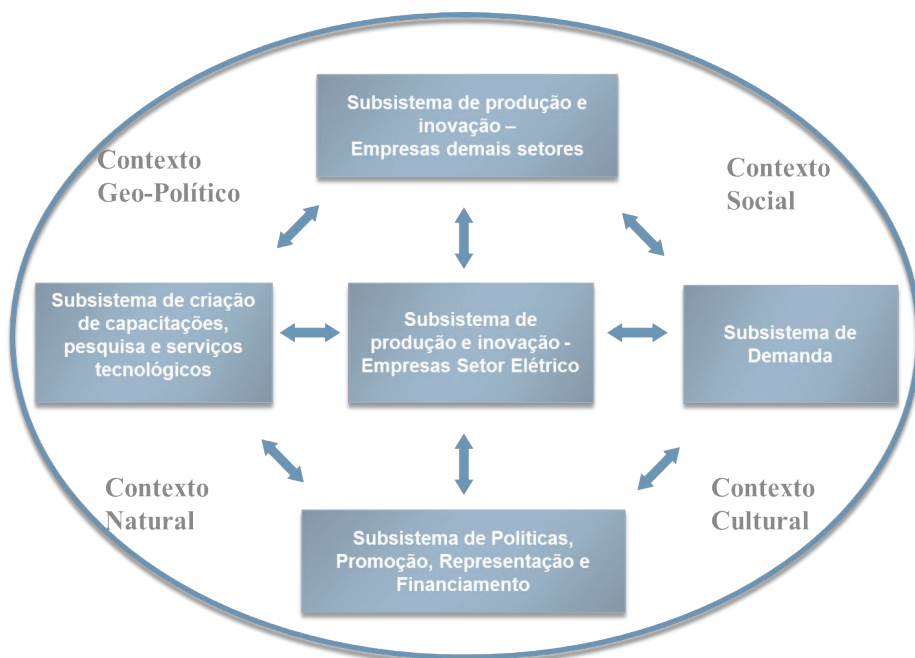
Essa compreensão traz implicações significativas para o Programa de P&D da ANEEL. Rompendo com uma visão ultrapassada de “setor dominado por fornecedores”, em que se destacam os grandes *players* internacionais, abre-se espaço para a promoção de uma diversidade de avanços menores ou maiores, a partir da mobilização da importante rede, constituída no Brasil, de empresas do setor elétrico, fornecedores, prestadores de serviços, *startups* de base tecnológica, entre outros (CASSIOLATO e LASTRES, 1999; LASTRES *et al*, 2005; SZAPIRO, 2018).

Em segundo lugar, as evidências empíricas de diversos países e setores deixam claro que a aquisição de tecnologia do exterior não pode substituir os esforços voltados ao desenvolvimento inovativo local. Neste sentido, o acesso a tecnologias estrangeiras ou incorporadas em produtos comercializados localmente não pode

substituir os esforços locais voltados à geração, ao uso e à difusão de novas tecnologias. Ao contrário, como afirmam Cassiolato e Lastres (2005), é necessário muito conhecimento para poder interpretar as informações, selecionar, comprar (ou copiar), transformar e internalizar a tecnologia importada. Portanto, além de a rede de atores que se articula ao Setor Elétrico Brasileiro constituir uma importante oportunidade, conforme sublinhado acima, a presente colocação deixa claro que também é um imperativo, para o contínuo desenvolvimento do setor, que esta rede seja fortalecido através do Programa de P&D da ANEEL.

Tendo como referência a representação esquemática do SNI acima e o referencial de Sistemas Setoriais de Inovação (MALERBA, 2002; MALERBA e NELSON, 2011), a Figura 2, abaixo, apresenta uma representação esquemática do Sistema de Inovação do Setor Elétrico. Neste esquema, estão destacados os subconjuntos que orientam a análise ao longo deste livro. Na sequência deste capítulo, são discutidos o papel dos atores destes diversos subsistemas e como estes se articulam com as empresas do setor elétrico, as quais, sob o ponto de vista do Programa de P&D da ANEEL, estão no centro do Sistema de Inovação do Setor Elétrico, enquanto protagonistas no papel de mobilizar os esforços, conectar os atores e induzir a introdução de inovações.

Figura 2: O Sistema Inovação do Setor Elétrico e os seus subsistemas



Fonte: Elaboração própria, adaptado a partir de Cassiolato e Lastres (2008).

2.2.1 - O SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO E INOVAÇÃO E AS REDES DE EMPRESAS

Conforme discutido acima, a inovação deve ser vista como um fenômeno social amplo, sistêmico, que ocorre dentro da firma, mas que é, em si, gerada e sustentada por interações complexas e dinâmicas. Portanto, a formação de redes com diferentes atores é inerente ao processo inovativo. Neste sentido, o departamento de P&D de uma empresa do setor elétrico pode ser visto, por exemplo, como um agente que empreende esforços e recursos em projetos, gera conhecimento e novas tecnologias e articula uma rede que abarca outros departamentos da firma e um conjunto de atores internos e externos capazes de aportar, às atividades inovativas, conhecimentos, capacitações, *funding* e outros recursos importantes.

Estas redes englobam os mais diversos atores que contribuem para o processo inovativo, cada qual com a sua importância em diferentes contextos e atividades inovativas. Contudo, são destacadas, nesta seção, as redes estabelecidas com outras empresas de diversos setores. Considerando a visão norteadora do estudo, de que o Programa de P&D deve contribuir para induzir efetivas inovações no ambiente de mercado, as relações com outras empresas são fundamentais. Estas companhias podem atuar como parceiros para dar escala à inovação, estabelecer modelos de negócio, empreender a efetiva exploração comercial, entre outros.

Conforme apontado por Vonortas (2009), ao reconhecer que as empresas não inovam de forma isolada, a literatura especializada em inovação passou a considerar as redes de empresas, em particular as redes de inovação, como recursos estratégicos para as companhias. Segundo Arhweiler e Keane (2013), as redes de inovação são “*redes que envolvem a atuação e interação de pessoas, ideias e organizações para criar novos produtos, processos e estruturas organizacionais viáveis tecnologicamente e comercialmente*”. O principal papel destas redes é permitir o compartilhamento de conhecimento, tanto tácito, quanto codificado, entre as empresas, com o propósito de desenvolver inovações. Neste sentido, Amin e Cohendet observam que:

*“Without doubt, one of the achievements of corporate form, the rules and practices of technological ordering and spatial distribution, and the conventions of communication, command and control, is to hold varied knowledge architectures in place and establish knowledge coherence across different spatial sites. But, **through complex network formation and network management devices**, another important achievement has also been to find ways of ‘being there’ through regular and frequent contact between distributed*

communities, the formation of task-forces and project teams dislocated from their sites of regular work, the travels of tacit knowledge carried by executives, scientists and technicians, the movements and transmissions of knowledge embodied in varied technologies, the insights generated during occasional meetings, teleconferences and telephone conversations or in email messages sent in transit.” (AMIN e COHENDET, 2003. Grifo nosso)

Vonortas (2009) também mostra que os mecanismos de governança da rede e a capacidade cognitiva das empresas envolvidas, ou seja, a capacidade de absorver conhecimento e de aprender, devem ser considerados na análise das redes. Estas são vistas como estruturas que emergem da interação entre as empresas e demais organizações do sistema de inovação e seu desempenho dependerá, em parte, dos seus objetivos e da orientação estratégica de seus componentes quanto à inovação. Assim, mudanças na estrutura, no conteúdo e na função de uma rede são resultado de um processo coevolucionário que envolve atores, conhecimento, tecnologia e instituições. Esses processos são específicos em cada setor e, às vezes, *path dependent* (MALERBA e VONORTAS, 2009). Desta forma, o foco dos estudos sobre redes deve ser nos processos de interação e não apenas em seus resultados (AHRWEILER e KEANE, 2013).

Destaca-se que capacidade de o Programa de P&D da ANEEL promover redes consistentes e amplas com empresas de diferentes setores é de central importância. Conforme explicita o referencial de sistemas de inovação, a articulação de competências complementares e a mobilização de ativos complementares - em termos de capacidade produtiva, acesso a recursos financeiros, expertise em marketing, distribuição, pós-venda, etc. -, detidos por diferentes empresas são fundamentais para a introdução de inovações de significativa relevância e que sejam efetivamente percebidas pela sociedade.

2.2.2 - O PAPEL DO SUBSISTEMA DE CRIAÇÃO DE CAPACITAÇÕES, PESQUISA E SERVIÇOS TECNOLÓGICOS

A literatura que analisa as interações entre empresas e estrutura científica identifica diversos canais de relação entre os agentes, cujos principais são caracterizados por Dutrénit e Arza (2010) em seu trabalho. Há canais de interação mais tradicionais, baseados nas funções convencionais de instituições acadêmicas, como a contratação de recém-formados e a difusão de informação através de publicações e conferências. Há canais de interação que incluem a provisão de serviços, usualmente de curto prazo, em troca de dinheiro, como consultoria e uso de equipamen-

tos para controle de qualidade e testes. Há, também, canais de interação motivados por uma tentativa de comercializar resultados científicos, como patentes, licenças de tecnologia e a criação de empresas *spin-off* e incubadoras. Por último, mas não menos importante, há canais de interação bidirecionais, motivados pelas metas de longo prazo das estratégias de inovação das empresas e das estratégias de geração de conhecimento da estrutura científica, como parcerias em projetos de P&D, contratos de pesquisa, participação em networks e criação de parques tecnológicos.

Esta última categoria de canal de interação possui um caráter bidirecional por incluir formas de interação através das quais o conhecimento flui em ambas as direções. Dutrénit e Arza (2010) argumentam que este tipo de canal é o mais apropriado para a transmissão, no longo prazo, de conhecimento tácito, aquele adquirido através de experiências pessoais e de interações pessoais.

Embora as interações entre estrutura científica e empresas tenham evidente importância no processo de inovação, ainda são objeto de investigação os fatores que levam ao seu sucesso. Teixeira e Rapini (2016) argumentam que a capacidade de absorção de empresas e seus determinantes podem ser relevantes para explicar o sucesso de suas interações com centros de pesquisa e universidades. O conceito de capacidade de absorção foi definido inicialmente por Cohen e Levinthal (1989) como um conjunto de habilidades que possibilita a empresa valorar o novo conhecimento externo, assimilá-lo e explorá-lo comercialmente.

Acredita-se, por exemplo, que a capacidade de absorção das empresas esteja relacionada à obtenção de informações sobre os conhecimentos gerados externamente, o que permite que elas identifiquem e avaliem de maneira mais precisa as oportunidades externas mais relevantes para si (COHEN e LEVINTHAL, 1990). O reconhecimento dessas oportunidades, por sua vez, contribui para que as empresas definam de modo mais preciso seus objetivos, além dos meios para alcançá-los, contribuindo para maiores chances de sucesso. Assim, para Teixeira e Rapini (2016), o desenvolvimento da capacidade de absorção seria condição necessária para definir os objetivos das interações entre estrutura científica e empresas e estabelecer uma interdependência maior entre as mesmas, favorecendo o sucesso dessas interações.

Embora existam outros fatores, o nível de qualificação da mão de obra da empresa influencia na habilidade de obter informações sobre os conhecimentos gerados externamente. Como explicam Teixeira e Rapini (2016), trabalhadores graduados e pós-graduados agem como *gatekeepers* (COHEN e LEVINTHAL, 1990), uma vez que, por exemplo, monitoram os conhecimentos científicos e tecnológicos externos, os interpretam e trazem para as empresas, reduzindo a distância entre as

bases de conhecimento da estrutura científica e das companhias, o que contribui para o aprendizado na interação. Além disso, esses trabalhadores facilitam o acesso a redes externas de conhecimento e a troca de conhecimento com cientistas de outras organizações. Assim, a contratação de trabalhadores com ensino superior pode elevar a capacidade da empresa de aprender com o conhecimento da estrutura científica, fortalecer comunicações entre diversos atores e contribuir para a definição clara de objetivos e redução de conflitos, favorecendo, assim, para o sucesso de interações entre estrutura científica e companhias (TEIXEIRA e RAPINI, 2016).

#Apesar da importância das interações entre as empresas e a estrutura científica, é recorrente haver barreiras que limitam que estas relações ocorram, enfraquecendo o SNI. Bruneel *et al.* (2010) as dividem entre barreiras relacionadas à orientação e à transação. As primeiras se referem a visões conflitantes sobre o tema de pesquisa, o prazo para a entrega de resultados e a forma de divulgação de resultados. Devido às diferentes lógicas que governam empresas e universidades, tais desentendimentos são muito comuns quando participam de projetos colaborativos de pesquisa. Destaca-se que os conflitos sobre o tema de pesquisa podem emergir, dado que as universidades tendem a se concentrar em ciência pura e as empresas em pesquisa aplicada.

Devido às diferenças no *modus operandi* de empresas e universidades, é comum também observar, como mencionado, conflitos acerca do prazo adequado para a entrega de resultados. Enquanto empresas tendem a possuir uma visão de curto prazo, uma vez que, muitas vezes, precisam atender as demandas correntes do mercado para sobreviverem financeiramente, universidades tendem a possuir uma visão de médio a longo prazo, considerando que precisam de tempo para chegar a resultados de pesquisa concretos e sua sobrevivência financeira não depende de resultados imediatos. Como resultado, empresas podem se sentir à vontade para apressar um processo que naturalmente requer tempo e comprometer o sucesso de projetos de P&D. Por último, é comum o surgimento de desavenças acerca da forma de divulgação dos resultados de pesquisa. Enquanto pesquisadores se interessam em divulgar os resultados para ganhar notoriedade na área acadêmica, empresas usualmente se interessam em manter os resultados em segredo para apropriar financeiramente as recompensas de seus esforços inovativos.

Projetos colaborativos entre empresas e universidades também podem se deparar com barreiras relacionadas à transação. Universidades estão se transformando em importantes atores econômicos, com destaque para o seu crescente papel em projetos de pesquisa realizados em cooperação com empresas. Em razão disso, universidades têm despendido consideráveis esforços para capturar uma porcenta-

gem dos *royalties* gerados por patentes e outros direitos de propriedade intelectual, quando estes são registrados como resultado de projetos colaborativos de pesquisa. Nesse sentido, as universidades possuem, cada vez mais, departamentos para realizar esse tipo de negociação.

Assim, em decorrência de sua maior participação em projetos de pesquisa realizados em cooperação com empresas, as universidades passaram a visar de forma mais intensa a criação de propriedades intelectuais, a fim de explorá-las em nome de ganhos financeiros. Como resultado, as interações entre universidades e empresas encontram-se mais sujeitas a barreiras de transação, isto é, sujeitas a conflitos distributivos. Esse tipo de conflito pode elevar a tensão entre as duas partes e dissuadir que uma delas colabore no projeto de pesquisa, antes mesmo deste começar.

Conforme explicitam os dados explorados neste livro, uma parcela significativa dos projetos realizados no escopo do Programa de P&D da ANEEL ocorreu em parceria exclusiva com universidades e institutos de pesquisa. Certamente, existe, nesta rica base de conhecimentos científicos e capacidade de pesquisa, um ativo estratégico para o Programa e para o desenvolvimento do setor elétrico. Sobre tudo os desafios de médio e longo prazo requererão a mobilização mais aprofundada de conhecimentos científicos de base. O mapeamento da base de competências existente nas ICTs brasileiras, a análise das parcerias estabelecidas, as barreiras e os desafios são temas centrais do Capítulo 4 deste livro.

2.2.3 - O PAPEL DO SUBSISTEMA DE POLÍTICAS, PROMOÇÃO, REPRESENTAÇÃO E FINANCIAMENTO

A importância atribuída às políticas públicas voltadas direta ou indiretamente a sistemas de inovação é um dos principais avanços da abordagem de SNI. Mais especificamente, esta abordagem destaca o papel das políticas que afetam direta ou indiretamente o processo de inovação, como elementos chave que interagem com os outros atores e contribuem para determinar o desempenho e a capacidade inovativa das empresas.

Neste sentido, Szapiro *et al.* (2014) destacam que a abordagem de SNI contribui para uma nova compreensão da função e da importância das políticas de inovação. Estas, por sua vez, são um subsistema do sistema de inovação e o Estado se revela como um ator crucial por deter a capacidade de transformar o ambiente competitivo, fornecendo condições favoráveis às estratégias inovadoras das firmas (GADELHA, 2001).

Além de destacar a importância das políticas públicas voltadas à inovação, a abordagem de SNI incorpora o entendimento de que os instrumentos de política de apoio à infraestrutura científica e tecnológica e ao financiamento às atividades de pesquisa e desenvolvimento não são suficientes para levar ao desenvolvimento da capacidade inovativa de um país. Esta percepção é resultado direto da compreensão da inovação como um processo não linear, que não resulta exclusivamente das atividades de P&D. Assim, uma política de inovação adequada à abordagem de sistema de inovação deve considerar as articulações entre os diversos subsistemas e entre os diversos instrumentos de apoio direto ou indireto à inovação. Exemplos são o apoio e financiamento ao desenvolvimento da infraestrutura de P&D, o apoio e financiamento das atividades inovativas, a política de compras pública, os instrumentos de regulação setorial, o apoio e financiamento ao desenvolvimento de atores coletivos, dentre outros.

Segundo a abordagem sistêmica, a política de inovação deve levar em consideração as complexidades do processo inovativo e focar as interações entre os agentes. Um aspecto fundamental da política de inovação é a necessidade de considerar e compreender as relações entre os diferentes subsistemas que compõem o sistema de inovação (financiamento, infraestrutura de C&T, base produtiva, etc.), além de identificar as diferentes necessidades das empresas e das instituições que participam do processo e os requerimentos relativos aos diversos estágios do processo de inovação.

2.2.3.1 - O papel do Estado na dinâmica inovativa dos países

Em contraponto à visão neoclássica que caracteriza o desenvolvimento tecnológico como uma falha de mercado, Mazzucato (2011), partindo da visão de sistema de inovação, afirma que tal ideia ignora um fato fundamental sobre a história da inovação, de que o Estado financiou a pesquisa básica e aplicada com maior grau de risco, assim como foi também a fonte das inovações mais radicais.

Na realidade, a análise histórica do desenvolvimento das inovações mostra que o papel do Estado nas economias mais bem-sucedidas foi muito além da criação da infraestrutura e do estabelecimento de regras de concorrência. Tal história demonstra que o Estado nunca deixou de desempenhar um papel determinante no processo de desenvolvimento das inovações mais importantes do mundo, as quais permitiram às empresas e economias crescerem.

No caso das principais inovações já desenvolvidas, percebe-se que o Estado atuou proativamente na criação de uma nova área ou setor de alto crescimento, antes mesmo que tal potencial fosse percebido pelo setor privado, através da parti-

cipação em etapas de desenvolvimento que incorporaram maior grau de incerteza (MAZZUCATO, 2011). Assim, em virtude do alto grau de risco e de incerteza que caracteriza as fases do desenvolvimento de inovações, o setor privado em geral não apresenta interesse neste tipo de investimento.

Diversos exemplos ilustram a importância do papel do Estado no desenvolvimento de inovações, fundamentais para a competitividade de empresas privadas e de países (MAZZUCATO, 2011). Um destes exemplos está relacionado à indústria farmacêutica e Mazzucato (2011) destaca que os laboratórios do governo norte-americano, bem como as universidades por este apoiadas, foram os principais responsáveis pela produção de medicamentos efetivamente inovadores no país. Outro exemplo está relacionado ao Vale do Silício. Embora o sucesso do Vale do Silício seja muitas vezes associado ao funcionamento do livre mercado, na realidade a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), uma agência ligada ao Departamento de Defesa dos EUA, criada em 1958, e que esteve envolvida no desenvolvimento de um amplo conjunto de tecnologias, foi fundamental para o sucesso das empresas localizadas nesta região. Nos anos de 1960, a DARPA financiou o estabelecimento de departamentos de ciência da computação em várias universidades dos EUA e, nos anos 1970s, a agência financiou um laboratório ligado à Universidade da Carolina do Sul, fundamental para a fabricação de chips. Neste caso, não se pode deixar de mencionar a importância das encomendas realizadas pelo Departamento de Defesa para o sucesso e crescimento do Vale do Silício.

Como destacado na Seção 1, a abordagem de sistema de inovação considera que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também da forma como esses elementos do sistema interagem entre si e com vários outros atores e de como as instituições, inclusive as políticas, afetam o seu desenvolvimento. Neste caso, os processos de inovação que ocorrem no âmbito da empresa são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras companhias e organizações, dando à inovação um caráter sistêmico e interativo, caracterizado por diferentes tipos de cooperação (CASSIOLATO e LASTRES, 2005).

Deve-se ressaltar ainda que, dadas as especificidades que caracterizam o processo de inovação, do ponto de vista da abordagem de sistema de inovação não existe uma concepção ótima de política inovativa. Como consequência, as políticas de inovação bem-sucedidas em determinado país não devem, a princípio, ser automaticamente replicadas em outros países, tendo em vista as diferenças predominantes em termos de estrutura produtiva, arcabouço institucional e experiência histórica e cultural, entre outras.

2.2.3.2 - Políticas sistêmicas e a importância dos elementos implícitos

A incorporação dos instrumentos indiretos de política de inovação, no âmbito da política de inovação sistêmica, remete às complementaridades entre a abordagem de sistema de inovação e a literatura latino-americana que, a partir da década de 1970, promoveu o debate sobre o papel da política de ciência, tecnologia e inovação na América Latina (HERRERA, 1995). Segundo tais autores, a política de ciência, tecnologia e de inovação explícita se refere ao “*corpo de disposições e normas que se constituem na política de inovação de um país (política oficial, expressa nas leis, regulamentos e estatutos dos órgãos)*”. Já a política de ciência, tecnologia e inovação implícita é aquela que realmente determina o papel da inovação na sociedade. Esta é mais difícil de identificar e expressa a demanda científica, tecnológica e de inovação do “projeto nacional” vigente em cada país. Além disso, a política implícita possui instrumentos e medidas que afetam a inovação indiretamente, tais como as políticas macroeconômicas (taxa de juros e câmbio), a regulação, o uso do poder de compra do Estado, quando não utilizado como instrumento deliberado de política de inovação, dentre outros.

De forma complementar aos autores latino-americanos, Coutinho (2005) analisa a influência de variáveis macroeconômicas nas estratégias e decisões microeconômicas. As características específicas dos sistemas macroeconômicos condicionam e determinam as decisões microeconômicas que formam padrões de financiamento, governança corporativa, comércio exterior, concorrência e mudanças técnicas.

As variáveis-chave macro (taxa de juros, taxa de câmbio e expectativa de inflação) e as políticas comercial e de investimentos, por exemplo, influenciam e moldam o espaço das decisões microeconômicas. Além disso, estas variáveis podem atingir diretamente o ambiente no qual a política explícita de inovação é implementada. Desta forma, as mudanças tecnológicas e o impacto dos instrumentos de política explícita estão limitados por variáveis e condições macro que afetam diretamente as decisões microeconômicas no nível da empresa.

Além da influência das variáveis macroeconômicas na política de inovação, outro instrumento implícito extremamente relevante é a regulação, cuja visão como elemento implícito foi analisada, em detalhe, por Vasconcellos (2015). Segundo a autora, para o desenho das ações regulatórias, a abordagem de sistema de inovação é o referencial teórico-analítico que melhor permite compreender o impacto da regulação no processo inovativo. Ao analisar o papel da regulação no estímulo ao desenvolvimento das inovações no setor de telecomunicações, Fransman (2010) destaca que a inovação resulta das interações de grupos de atores entre si e de suas interações com o ambiente, influenciados pelas instituições, dentre as quais, a re-

regulação. Desta forma, Fransman ressalta que o mais relevante na atuação do regulador é compreender que a regulação possui um impacto sistêmico no setor e que os reguladores deveriam analisar o setor entendendo as interdependências e complexidades de suas interações e enxergá-lo como um sistema que gera, endogenamente, novos produtos, processos, formas de organização e mercados.

Partindo deste conjunto de colocações, o Capítulo 7 deste livro analisa como diferentes frentes de política interagem para gerar um conjunto de estímulos e limitações à inovação no Setor Elétrico Brasileiro. Neste sentido, não basta compreender os mecanismos intrínsecos ao Programa de P&D da ANEEL, pois a estrutura de incentivos realmente relevante resultará da interface de diversas políticas explícitas e implícitas. Dentre as políticas explícitas, destaca-se o próprio Programa, mas também são importantes os programas e iniciativas de diferentes órgãos de fomento à pesquisa e à inovação. No que diz respeito às políticas implícitas, explora-se o alinhamento do Programa de P&D da ANEEL com um “projeto nacional”, conformado pelo conjunto das macro diretrizes de política perseguidas, mas se destaca, também, o escopo no qual a própria ANEEL possui ampla ingerência, qual seja, a regulação do setor elétrico como um todo e suas implicações para a direção e importância da inovação no setor.

2.3. ABORDAGEM METODOLÓGICA DOS CAPÍTULOS DO LIVRO

A partir do referencial teórico explorado acima e da complexidade do problema de pesquisa posto, a metodologia de análise lançou mão de uma diversidade de estratégias e técnicas. Na sequência, são resumidos os principais elementos metodológicos explorados nos estudos que geraram os diferentes capítulos deste livro.

2.3.1 - AS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO, SEUS FORNECEDORES E PRESTADORES DE SERVIÇOS

O capítulo tem como enfoque analítico as empresas do setor elétrico e as empresas fornecedoras de bens e serviços para o setor. Assim, busca-se caracterizar o processo de inovação nessas empresas a partir do Programa de P&D da ANEEL, além de identificar eventuais pontos nos quais foi considerada a necessidade de aperfeiçoamentos.

Ao todo, foram realizadas 75 entrevistas com colaboradores das empresas. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas e os resultados apresentados foram obtidos através da tabulação das respostas dos questionários aplicados e da análise de conteúdo das respostas às perguntas abertas.

A partir desta metodologia, buscou-se traçar um diagnóstico de como as empresas do setor elétrico e as empresas fornecedoras de bens e serviços lidam com as atividades inovativas, em especial no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Os resultados desta etapa da pesquisa serviram como insumos importantes para as etapas posteriores.

2.3.2 - ANÁLISE DAS CAPACIDADES PARA A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS E TECNOLOGIAS NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL (2008-2015)

A metodologia implementada teve como objetivo identificar e caracterizar o segmento acadêmico e científico na área da pesquisa em energia elétrica no Brasil, tendo como base a Plataforma Lattes, buscando as principais instituições, grupos de pesquisa, pesquisadores líderes de grupos, linhas de pesquisa, áreas de conhecimento e formação de recursos humanos.

A partir desta caracterização, o capítulo aborda a evolução verificada entre os anos de 2008 e 2015, de modo a identificar as redes de interações entre os principais pesquisadores na área (líderes de grupos de pesquisa e pesquisadores participantes em projetos P&D da ANEEL), de acordo com parâmetros relacionados ao tipo de instituição, à localização geográfica e às áreas de conhecimento.

2.3.3 - O PROGRAMA DE P&D COMO FOMENTO DO PROCESSO INOVATIVO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Este capítulo aborda e detalha a importância das interações entre instituições de ciência, tecnologia e inovação e o setor produtivo. Ademais, o capítulo busca qualificar as interações existentes entre os pesquisadores das universidades e as empresas do setor elétrico, a partir de opiniões dos pesquisadores da área, coletadas através de entrevistas. Desta forma, procura-se identificar as principais potencialidades e os fatores limitantes do Programa de P&D da ANEEL, no sentido de fortalecer os vínculos entre universidades e empresas, considerando o objetivo de fomentar as atividades inovativas.

2.3.4 - POLÍTICAS IMPLÍCITAS E EXPLÍCITAS DE FOMENTO À INOVAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo analisar as políticas de inovação relativas ao setor elétrico, a partir da abordagem de SIN. Apresenta-se a conceituação de políticas explícitas e implícitas de inovação, abordando as institucionalidades que determinam o volume e a distribuição de recursos financeiros para o sistema de inovação do setor, além de analisar o papel de órgãos governamentais no fomento à inovação no setor elétrico. Por fim, são abordadas as políticas implícitas de inovação no setor elétrico, com destaque para o arcabouço regulatório dos segmentos de distribuição, transmissão e geração de energia.

2.3.5 - PANORAMA DOS DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA INOVAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

O capítulo faz referência à discussão e consolidação dos resultados dos capítulos anteriores do livro, que abordaram, retrospectivamente, o período de 2008 a 2015, buscando sistematizar a forma como tem se desenvolvido as atividades inovativas no escopo do Programa de P&D da ANEEL, com ênfase aos desafios e oportunidades de aprimoramento. O capítulo organiza os desafios em torno de cinco temáticas, estabelecidas a partir dos próprios resultados da pesquisa e do referencial conceitual de sistemas de inovação, constituindo a base de problematização e elaboração de perguntas estratégicas.

2.3.6 - A INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DE PAÍSES SELECIONADOS

Como explicitado no início deste capítulo, no âmbito de um SIN, o subsistema de políticas, promoção, representação e financiamento afeta diretamente a atividade inovadora, através de interações com os demais subsistemas. Ao mesmo tempo, a implementação destas políticas depende do arranjo institucional que as fundamenta, ou seja, de quais instituições estão diretamente envolvidas no desenho e na implementação de políticas de inovação e de como que estas instituições se articulam.

O foco do capítulo de experiências internacionais será no subsistema de políticas, promoção, representação e financiamento de diversos países, privilegiando as políticas direcionadas às empresas do setor elétrico. A análise deste capítulo será fundamentada em uma descrição deste subsistema nos países selecionados e na descrição das instituições envolvidas na proposição e implementação de políticas

de inovação. O objetivo do capítulo é refletir sobre as lições que as experiências internacionais trazem para o Brasil, em particular para os formuladores de políticas de inovação voltadas ao setor elétrico.

2.3.7 - PROPOSTAS PARA O APRIMORAMENTO DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL EM ARTICULAÇÃO COM OUTRAS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Neste capítulo, é estruturada uma sistemática de construção e análise de indicadores sistêmicos de inovação. Estes indicadores são derivados do levantamento das iniciativas das empresas citadas, buscando-se a identificação de temas de inovação, atividades inovativas, esforços de aprendizado, introdução de inovação, incorporação de resultados e identificação das estruturas de gestão estratégica da inovação.

2.4. CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou a base teórica que fundamenta as atividades de pesquisa ao longo de todo o estudo que gerou este livro. O referencial de sistemas de inovação está na dianteira dos estudos sobre a inovação em todo o mundo e, sobretudo, tem orientado iniciativas de políticas de inovação em diversos países que se posicionam na vanguarda do avanço da fronteira tecnológica. Este marco teórico norteou a definição do referencial analítico e a metodologia de pesquisa adotada ao longo das diversas fases da pesquisa.

A partir da premissa de que o processo inovativo é essencialmente interativo e social, foram analisados os diferentes tipos de atores que integram os subsistemas detalhados acima. Os capítulos seguintes deste livro apresentam os resultados das diferentes fases da pesquisa, cada qual explorando, em detalhe, as relações de um subsistema com o núcleo deste sistema de inovação. Contudo, não se sugere uma perspectiva compartimentada destas relações. Por exemplo, as relações das instituições científicas e tecnológicas com as empresas do setor elétrico não podem ser interpretadas sem se considerar o papel dos fornecedores e prestadores de serviços, dos consumidores e das diversas instituições que atuam no setor.

Portanto, conforme consta nos capítulos finais deste livro, é necessário construir uma visão efetivamente sistêmica e integrada, o que engloba, inclusive, considerar como políticas e o marco regulatório, não especificamente direcionados à inovação, acabam por influenciar esta atividade.

O objetivo maior e central de todo o estudo foi contribuir para que o Programa de P&D da ANEEL adote uma perspectiva efetivamente sistêmica do processo inovativo, tendo em vista o desafio para o Programa gerar um sistema de incentivos que induza a introdução de inovações realmente relevantes no ambiente de mercado e na sociedade. Espera-se que as análises empreendidas a partir deste referencial e, sobretudo, as proposições resultantes, apresentadas no Capítulo 9, contribuam para iluminar o imenso potencial (parcialmente já explorado) que este Programa possui de gerar contribuições significativas para a sociedade brasileira, posicionando o Setor Elétrico Brasileiro na vanguarda tecnológica internacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOECK D. E. F. **Análise da regulação econômica do setor elétrico brasileiro.**

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Economia, São Leopoldo, RS, 2014.

BROWN, J. A **resource guide for hosting conversations that matter at the world café.** Whole Systems Associates, 2002. <http://www.theworldcafe.com>.

CARVALHO, C. A. T.; CASTRO, N. J.; SILVA, L. A. L.; DANTAS, G.; MARTINS CLARO, V. **Análise dos determinantes da matriz elétrica brasileira.** Oferta e demanda de energia: O papel da tecnologia da informação na integração dos recursos. X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. 26 a 28 de setembro de 2016. Gramado, RS.

CASSIOLATO, J. E. *et al.* **As fronteiras do conhecimento e da inovação: Restrições e alternativas estratégicas para o Brasil.** Brasília: CGEE, 2013.

CASTRO, N. J. **Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020: Análise do método, metas e riscos.** Rio de Janeiro: Texto de Discussão do Setor Elétrico, GESEL, n. 44, 2012.

CASTRO, N. J. **Leilão de energia de reserva: razões, funções e perspectivas.** Revista Brasil Energia, Rio de Janeiro, n 330, pp. 89-90, 2008.

CASTRO, N. J.; DANTAS, G.; BRANDAO, R.; ROSENTAL, R.; MOSZKOWICZ, M. **A ruptura do paradigma tecnológico e os desafios regulatórios do setor elétrico.** Revista de P&D. Brasília. ANEEL. 7ª ed. 2017, pp. 10-12 (ISBN 1981- 9803).

CASTRO, N. J. *et al.* **Tendências regulatórias do Setor Elétrico Brasileiro.** Relatório Técnico do Projeto de Pesquisa & Desenvolvimento “Energia na Cidade do Futuro”, realizado em parceria com CPFL e Roland Berger, no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Rio de Janeiro. 2014.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica.** Organizado por Cavalcanti, C. Brasília, 2017.

CORDER, S.; BUAINAIN, A. M.; LIMA JR., I. S. **Análise preliminar do plano inova empresa.** pp. 156-173. In: Anais do 1º Encontro da Nacional de Economia Industrial e Inovação [Blucher Engineering Proceedings, v. 3 n. 4]. São Paulo: Blucher, 2016.

ISSN 2357-7592, DOI 10.5151/engpro-1enei-011.

DUTRÉNIT, G. **Políticas de ciencia, tecnologia e innovación nel marco de un sistema nacional de innovación.** Razón y Palabra, n. 49, 2012.

FURTADO, A. **O sistema setorial de inovação do Setor Elétrico Brasileiro e o CT-Energ.** Mimeografado. 2010.

GORDON, J. L. P. L. **O papel do Estado na política de inovação brasileira 2007-2015: Uma análise do uso dos principais instrumentos.** 2017.

IEDI, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Política para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.**

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: Avanços recentes, limitações e propostas de ações.** Brasília: Ipea, 2017.

JOSKOW, P. **Regulation of natural monopolies.** Department of Economics of the Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. 2006.

MALERBA, F.; NELSON, R. R. **Learning and catching up in different sectoral systems: Evidence from six industries.** Industrial e Corporate Change, 2011.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production, Research Policy, 31, pp. 247-267, 2002.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **Mission-oriented finance for innovation: New ideas for investment-led growth.** Londres: Policy Network, 2015.

MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial State.** Londres: Demos, 2011.

MAZZUCATO, M.; PENA, C. **Sistema Brasileiro de Inovação: Proposta de política orientada à missão.** Carta 730. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_730.html.

NASCIMENTO, P. M. **Considerações sobre as indústrias de equipamentos para produção de energias eólica e solar fotovoltaica e suas dimensões científicas no Brasil.** Boletim Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 39, jun./2015, pp. 7-24. Brasília: Ipea, 2015.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **National Innovation Systems: Work plan for pilot case studies**. Working Group on Innovation and Technology Policy, DSTI/STP/TIP(94)16/REV1, 1994.

PEDROSA, P. **Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária e atração de investimentos**. Brasília: ANEEL, 2005.

PINTO JR, H. (org.). **Economia da energia: Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

SALLES S. F. **Por um novo marco regulatório para o P&D ANEEL**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL: P&D / Agência Nacional de Energia Elétrica – n. 1 (2006) – Brasília : ANEEL, 2006.

SANTOS R. d. G. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: A contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. Texto para discussão. IPEA. Rio de Janeiro, 2015.

SANTOS R. d. G. **Mudanças no apoio à pesquisa em energias no Brasil: Subindo degraus da inovação?** Publicação Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior. IPEA. Brasília, 2016.

SIFFERT, N. F. *et al.* **O papel do BNDES na expansão do setor elétrico nacional e o mecanismo de project finance**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n 29, pp. 3-36, 2009.

SZAPIRO, M.; MATTOS, M.; CASSIOLATO, J. E. **Sistemas de inovação e desenvolvimento**. In: Rapini, M. S.; Silva, L. A.; Albuquerque, E. M. (org.). Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global. Curitiba: Prismas, 2017. Cap. 10. pp. 371-412.

TAVARES, J. M. H. **“Inclusiveness” and “financial sustainability” of public financial institutions for STI in Brazilian National System of Innovation**. Apresentado no Globelics Conference 2016, Indonesia.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL: O CASO DAS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO E DAS EMPRESAS FORNECEDORAS DE BENS E SERVIÇOS

André Alves

Maurício Moszkowicz

Renata Lèbre La Rovere

Antonio Pedro Lima

Diogo Salles

Maria Alice Espínola de Magalhães

Roberto Brandão

Guilherme de Azevedo Dantas

INTRODUÇÃO

A análise das experiências e conhecimentos acumulados pelas empresas do setor elétrico e empresas fornecedoras de bens e serviços, envolvidas com o Programa de P&D da ANEEL, podem contribuir para o entendimento da importância do Programa e para a projeção de aprimoramentos.

Dessa forma, o presente capítulo apresenta os resultados de pesquisas realizadas junto a empresas do setor elétrico, incluindo aquelas atuantes nos segmentos de geração, transmissão e distribuição, e a empresas fornecedoras de bens e serviços para o setor. Para estes grupos, buscou-se:

- i. Caracterizar o processo inovativo nestas empresas; e
- ii. Identificar os desafios relacionados ao processo inovativo.

Foram realizadas 75 entrevistas, envolvendo especialistas nas áreas de inovação e executivos. As entrevistas foram gravadas, transcritas e processadas por meio da tabulação das respostas dos questionários aplicados e da análise de conteúdo das perguntas abertas contidas.

No processo de análise das respostas, buscou-se caracterizar os seguintes aspectos:

- i. Inovação como vetor estratégico das empresas;
- ii. Atividades inovativas desenvolvidas e seus resultados;
- iii. Formas de financiamento de atividades inovativas; e
- iv. Identificação de fatores que contribuíram ou prejudicaram o desenvolvimento de atividades inovativas nestas empresas.

Como resultado, obteve-se um diagnóstico de como as empresas do setor elétrico e as empresas fornecedoras de bens e serviços lidam com as atividades inovativas, em especial no âmbito do Programa de P&D da ANEEL.

Os resultados encontrados, somados à análise dos impactos do Programa no setor acadêmico e de pesquisa, apresentada nos capítulos 4 e 5, fornecem importantes elementos para uma avaliação precisa e consistente do Programa, além de subsidiar a formulação de propostas de aprimoramento do mesmo.

A primeira seção deste capítulo apresenta, através de gráficos e tabelas, os principais resultados das entrevistas realizadas com gerentes de P&D e executivos das empresas de geração, transmissão e distribuição do setor elétrico. Na segunda seção, são apresentados os resultados das entrevistas realizadas com especialistas das empresas fornecedoras de bens e serviços ao setor. Por fim, a seção de considerações finais traz uma sistematização dos resultados, no sentido de subsidiar a fundamentação da proposição de diretrizes, políticas e medidas que visam o aperfeiçoamento do Programa de P&D da ANEEL.

3.1. ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL SOBRE AS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

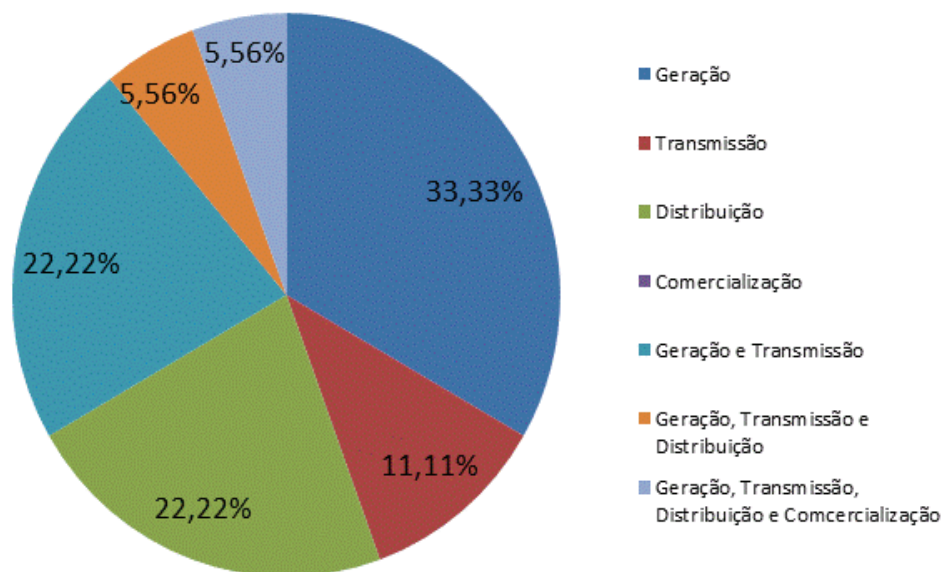
Nesta seção, serão apresentados os resultados da pesquisa realizada junto às empresas do setor elétrico participantes do Programa, conforme previsto pela Lei nº 9.991/2000, por meio de entrevistas com executivos e gerentes de departamentos de P&D destas companhias.

Foram realizadas 26 entrevistas em 18 empresas, junto a 18 gerentes de P&D e oito executivos.

3.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

As 18 empresas entrevistadas estão distribuídas por segmento de atividade, como apresentado no Gráfico 1. Como há diversas empresas que atuam em mais de um segmento, como, por exemplo, transmissão e geração, estas foram apresentadas no gráfico de maneira diversa das que atuam em apenas um segmento.

Gráfico 1: Classificação das empresas entrevistadas por segmento de atividade



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Como mostra o gráfico, buscou-se selecionar uma amostra heterogênea, incluindo empresas de todos os segmentos do setor, de modo a captar eventuais diferenças nos resultados por segmento.

3.1.2 - ÁREA DE INOVAÇÃO NA ESTRUTURA DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

De forma a identificar a importância do tema inovação/P&D dentro da estrutura de gestão das empresas entrevistadas, foi questionada a posição hierárquica da área de inovação/P&D no organograma da companhia. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Posição hierárquica de inovação / P&D nas empresas entrevistadas

Área de P&D no organograma	Respostas
Diretoria de regulação	42%
Diretoria de operação	25%
Diretoria de transmissão e geração	8%

Tabela 1: Continuação

Área de P&D no organograma	Respostas
Diretoria de desenvolvimento	8%
Superintendência	8%
Gerência de estratégia	8%

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

É importante ressaltar que as áreas de inovação e P&D das empresas entrevistadas não constituem uma diretoria ou gerência específica, estando subordinadas a diversas diretorias, com destaque para a Diretoria de Regulação (42% do total).

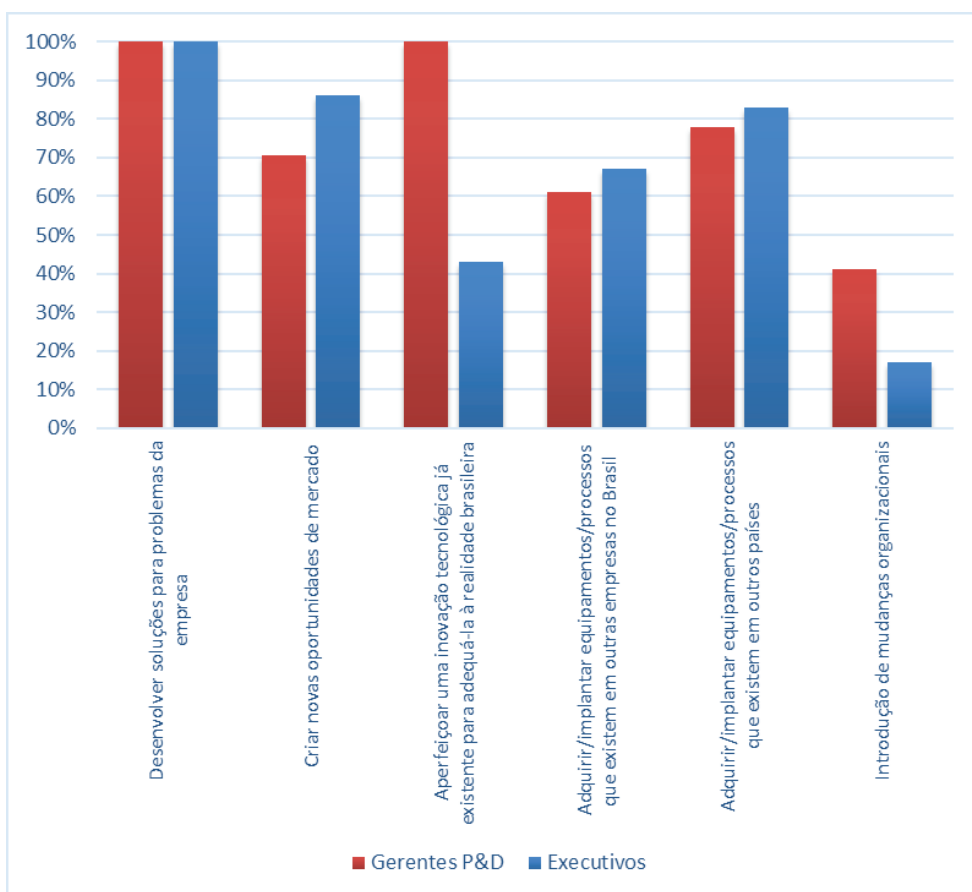
É interessante destacar que o fato de grande parte das áreas de inovação e P&D estar frequentemente subordinada à Diretoria de Regulação pode ser considerado um indicativo de que tais atividades são realizadas visando, sobretudo, o cumprimento de obrigações regulatórias.

Também é relevante o número de empresas nas quais as áreas de P&D estão relacionadas à Diretoria de Operação. Esse resultado poderia sinalizar que essas empresas realizam investimentos em P&D buscando melhorias do ponto de vista operacional, com grande ênfase tecnológica e de resolução de problemas.

3.1.3 - OBJETIVO DAS INICIATIVAS DE INOVAÇÃO E P&D NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

Buscando identificar como as empresas empregam os recursos advindos do Programa de P&D da ANEEL, foi perguntado o objetivo de inovação e P&D na companhia, sendo oferecida aos entrevistados uma listagem de possíveis temas associados. Assim, o entrevistado poderia indicar o conjunto de temas que achasse mais pertinente. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir, separando as respostas dos gerentes de P&D e dos executivos.

Gráfico 2: Objetivo das iniciativas de inovação e P&D



Fonte: elaboração própria

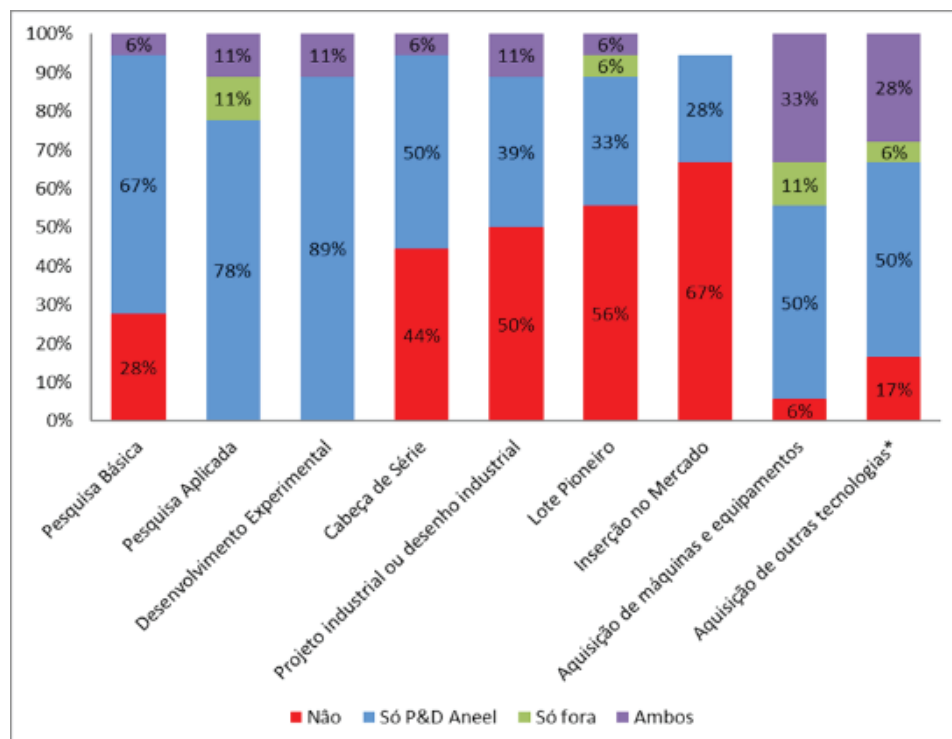
Observou-se unanimidade entre os entrevistados com relação ao desenvolvimento de solução para problemas da empresa como objetivo das iniciativas de inovação e P&D. Ainda com relação a este ponto, foi possível observar que a aquisição e implantação de equipamentos e processos que existem em outros países apresentou uma média de 80% entre a opinião dos executivos e gestores de P&D.

3.1.4 - FONTE DE RECURSOS PARA AS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO E P&D NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

Este item da pesquisa buscou identificar as fontes de recursos utilizados em inovação e P&D nas companhias, de acordo com o tipo de atividade realizada.

O Gráfico 3 apresenta a relação de atividades de inovação e P&D realizadas nas empresas entrevistadas, indicando se os recursos são oriundos do Programa P&D da ANEEL.

Gráfico 3: Tipo de atividade inovativa



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

O gráfico mostra a participação do Programa de P&D da ANEEL nos tipos de projetos desenvolvidos, observando-se uma participação elevada nos temas associados à pesquisa básica (67%), pesquisa aplicada (78%) e desenvolvimento experimental (89%).

Tendo em vista que o quantitativo de projetos desenvolvidos como pesquisas básicas, conforme classificação da Planilha de Lista de Projetos de P&D da Resolução Normativa nº 316/2008, é reduzido (122 em um total de 2.006 projetos), pode-se afirmar que grande parte das iniciativas de inovação e P&D realizadas nas empresas entrevistadas é direcionada a atividades do estágio do ciclo de inovação de pesquisa aplicada e de desenvolvimento experimental.

Pode-se observar que, nas fases finais do ciclo de inovação, a participação do Programa de P&D da ANEEL é reduzida, com a seguinte representação:

- i. Projeto industrial ou desenho industrial (39%);
- ii. Lote pioneiro (33%); e
- iii. Inserção no mercado (28%).

Observa-se, ainda, que, para estas fases, há a ausência de fontes externas de recursos, o que pode ser interpretado como uma necessidade de complementação e articulação do esforço realizado pelo Programa de P&D ANEEL com outras políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento setorial, no sentido de fazer com que o produto chegue ao mercado.

3.1.5 - IMPORTÂNCIA DAS INICIATIVAS DE INOVAÇÃO E P&D NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

A importância da área de inovação e P&D nas empresas entrevistadas foi subdividida em quatro quesitos:

- i. Importância da participação da área de inovação e P&D no planejamento estratégico da empresa;
- ii. Importância do comprometimento dos executivos;
- iii. Importância de internalização dos resultados; e
- iv. Nível de maturidade da empresa para lidar com o tema.

A partir do retorno dos entrevistados, foi realizado o cálculo agregado das respostas das empresas para cada quesito, com as seguintes considerações:

- i. Atribui-se o valor 0 para o procedimento de empresas que marcaram 0 no quesito;
- ii. Multiplicou-se por 0,33 o procedimento de empresas que atribuíram grau 1 ao quesito;

- iii. Multiplicou-se por 0,66 o procedimento de empresas que atribuíram grau 2 ao quesito; e
- iv. Multiplicou-se por 1 o procedimento de empresas que atribuíram grau 3 ao quesito.

Por fim, calculou-se o somatório dos valores de cada quesito, seguido pela divisão pelo somatório de empresas que responderam este quesito. Assim, o valor resultante representa o indicador do quesito.

O índice varia, portanto, de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0, menos importante é o quesito e, quanto mais próximo de 1, mais importante é o quesito na estrutura das empresas. O Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos de forma separada entre os gerentes de P&D e os executivos das empresas.

Gráfico 4: Grau de importância da área de inovação e P&D



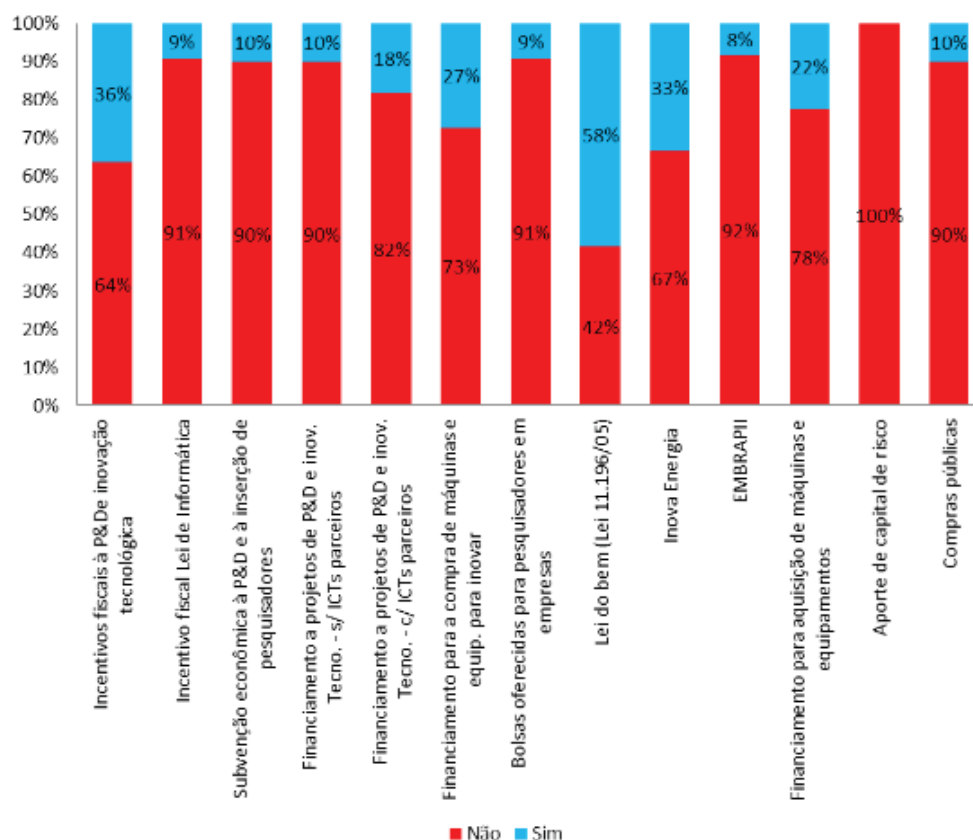
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Tanto os gerentes de P&D quanto os executivos identificaram elevado grau de importância para o quesito de internalização dos resultados a partir das iniciativas de inovação. Entretanto, também sinalizaram um indicador de necessidade de aprimoramento do grau de maturidade das empresas para lidar com o tema.

3.1.6 - FINANCIAMENTO DAS ATIVIDADES INOVATIVAS

Este item buscou identificar a utilização de outros programas de incentivo à inovação e P&D por parte das empresas do setor e os resultados são apresentados no Gráfico 5, abaixo.

Gráfico 5: Utilização de outros programas de apoio do governo para iniciativas de inovação e P&D



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Observa-se, no gráfico, que a maior parte das empresas apresenta baixa utilização de outros programas governamentais de incentivo à inovação e P&D. As exceções foram a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) e os incentivos fiscais, utilizados por 58% e 36% das empresas, respectivamente. As demais iniciativas foram empregadas por menos de 33% das empresas entrevistadas.

Ainda com relação a este tema, foi questionado se a empresa promoveria projetos de inovação sem o suporte financeiro de entidades de fomento ou sem o Programa de P&D da ANEEL, sendo que dois terços das respostas indicaram que somente fariam atividades de inovação e P&D com suporte externo. Este resultado revela a importância de programas de apoio às atividades de inovação e P&D, em particular o Programa de P&D da ANEEL.

3.1.7 - IMPACTO DA INTRODUÇÃO DE INOVAÇÕES

Este item da pesquisa buscou avaliar os impactos resultantes das inovações introduzidas pelas iniciativas de inovação e P&D. Assim, os quesitos avaliados foram:

- i. Contribuição para o avanço do conhecimento e produção científica;
- ii. Aumento da segurança e eficiência da operação;
- iii. Redução do impacto ou restrição socioambiental;
- iv. Aumento do pessoal qualificado;
- v. Aumento da disponibilidade de energia;
- vi. Redução dos custos;
- vii. Redução dos custos de energia e melhoria dos procedimentos de manutenção; e
- viii. Aumento da qualidade da energia.

A partir do retorno dos entrevistados, foi realizado o cálculo agregado das respostas das empresas para cada quesito, com as seguintes considerações:

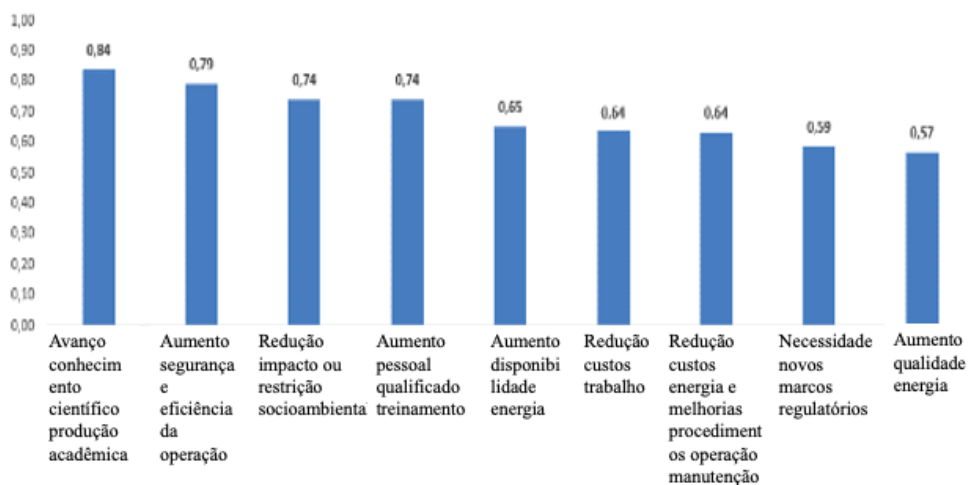
- i. Atribui-se o valor 0 para o procedimento de empresas que marcaram 0 no quesito;
- ii. Multiplicou-se por 0,33 o procedimento de empresas que atribuíram grau 1 ao quesito;

- iii. Multiplicou-se por 0,66 o procedimento de empresas que atribuíram grau 2 ao quesito; e
- iv. Multiplicou-se por 1 o procedimento de empresas que atribuíram grau 3 ao quesito.

Por fim, calculou-se o somatório dos valores de cada quesito, com a sua divisão pelo somatório de empresas que responderam este quesito. Assim, o valor resultante representa o indicador do quesito.

O índice varia, portanto, de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0, menos importante é o quesito e, quanto mais próximo de 1, mais relevante é o quesito. O Gráfico 6 apresenta os resultados consolidando as respostas dos gerentes de P&D das empresas entrevistadas.

Gráfico 6: Impacto da introdução de inovações



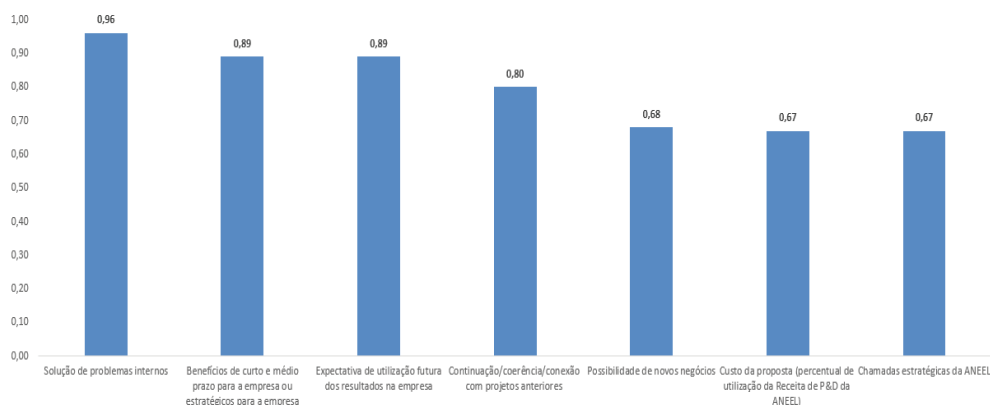
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Observa-se, neste gráfico, a importância atribuída ao avanço do conhecimento científico e produção acadêmica (0,84), ao aumento da segurança e da eficiência da operação (0,79), à restrição de impactos socioambientais (0,74) e ao aumento do pessoal qualificado da empresa (0,74). Este resultado ainda sinaliza a necessidade de aprimoramento da compreensão dos gerentes de P&D para a importância de se internalizar os resultados a serem percebidos pela empresa e, portanto, pelos consumidores.

3.1.8 - CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO, SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DAS PROPOSTAS DE PROJETOS RELACIONADOS AO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL

Utilizando a mesma formulação do item anterior, o Gráfico 7 apresenta a avaliação dos entrevistados com relação aos critérios de classificação, seleção e priorização das propostas de projetos relacionados ao Programa de P&D da ANEEL.

Gráfico 7: Critérios de classificação, seleção e priorização das propostas de projetos relacionados ao programa de P&D da ANEEL



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Os critérios apontados como mais relevantes para classificação, seleção e priorização das propostas de projetos relacionados ao Programa de P&D da ANEEL são listados abaixo.

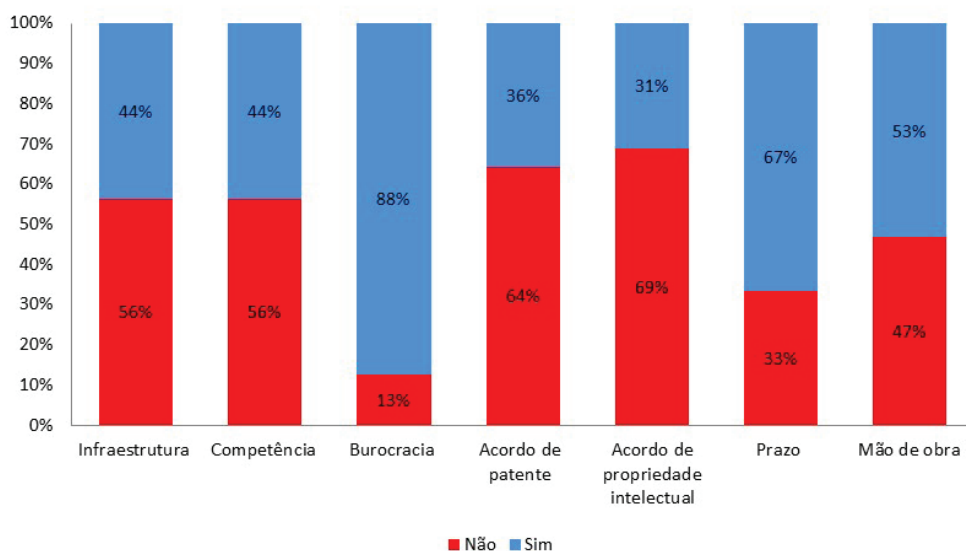
- i. Solução de problemas internos (0,96), o que corrobora a visão operacional de curto prazo, associada ao desenvolvimento de soluções para problemas existentes;
- ii. Benefícios de curto e médio prazo para a empresa (0,89) e expectativas de uso futuro dos resultados na companhia (0,89); e
- iii. Continuação, coerência e conexão com projetos anteriores (0,80), o que sinaliza um compromisso em concluir o ciclo de desenvolvimento dos projetos.

Destaca-se que os quesitos de possibilidade de realização de novos negócios, o custo da proposta e a realização das chamadas estratégicas da ANEEL apareceram com menor pontuação.

3.1.9 - OBSTÁCULOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE P&D

Este item da pesquisa aborda a questão associada aos maiores obstáculos relacionados à implementação de projetos, cujos resultados são apresentados no Gráfico 7, abaixo .

Gráfico 8: Obstáculos para implementação de inovações introduzidas pelas iniciativas de inovação e P&D



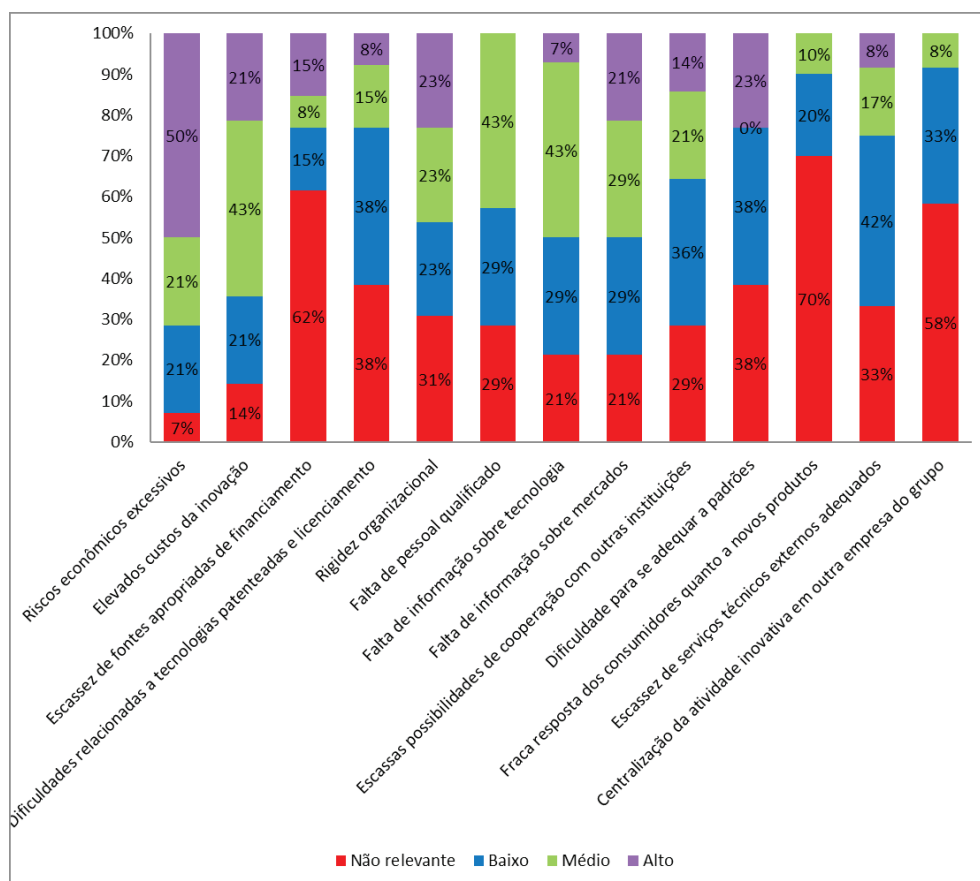
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

O maior obstáculo apontado nas entrevistas foi a burocracia (apontado por 88% dos entrevistados), seguido pelo prazo desde o início do processo de identificação do tema até a conclusão do seu desenvolvimento. Já o terceiro obstáculo está ligado à identificação de mão de obra especializada para a realização do projeto.

3.1.10 - FATORES QUE DIFICULTAM OU PREJUDICAM AS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO E P&D

De forma complementar ao item anterior, os gerentes das áreas de P&D e inovação foram questionados sobre os fatores que podem ser considerados prejudiciais para as atividades de inovação e P&D nas empresas. O Gráfico 9, abaixo, apresenta os resultados verificados.

Gráfico 9: Avaliação de fatores que dificultam ou prejudicam as atividades de inovação e P&D - gerentes da área de inovação e P&D



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

O fator de maior relevância apontado foi a presença de riscos econômicos excessivos, o que está relacionado à percepção por parte dos gerentes de P&D de que o risco da glosa eventualmente dificulta a operacionalização dos projetos. Contudo,

é importante destacar que o risco é inerente à natureza das atividades inovativas. Assim, o risco da glosa pode, em alguma medida, inibir o desenvolvimento deste tipo de atividade na empresa.

O elevado custo da inovação foi apontado como um fato de média ou alta relevância por 64% dos gerentes de P&D entrevistados. Já a falta de informações sobre tecnologias e mercados foi considerada um fator média ou alta relevância por 50% dos entrevistados. Assim, observa-se uma lacuna importante com relação às informações de que dispõem os agentes envolvidos no processo inovativo das empresas.

Destaca-se que, analisando esses fatores de forma conjunta, é possível enxergar uma relação entre a falta de informações sobre tecnologias e mercados e o aumento dos riscos e dos custos envolvidos na atividade inovativa.

3.1.11 - SÍNTESE DAS OBSERVAÇÕES DAS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO

Através das entrevistas, foi possível identificar uma tendência crescente de importância de atividades inovativas e de P&D nas empresas. A baixa utilização de outros programas do governo de incentivo à inovação e P&D e o fato de a maior parte das empresas declarar que não faria atividades de inovação e P&D sem suporte financeiro reforçam a importância do Programa de P&D da ANEEL para a inovação no setor elétrico.

Além disso, foi possível observar que as atividades de inovação e P&D nas empresas entrevistadas estão frequentemente associadas ao desenvolvimento de soluções para problemas internos e de curto prazo. Esta percepção indica a destinação do uso dos recursos para soluções operacionais específicas a problemas das companhias.

Em termos de impactos dos resultados dos Programas de P&D, é válido destacar o avanço do conhecimento científico por meio da produção acadêmica. Este resultado mostra que, ao longo do desenvolvimento do Programa de P&D, foi estabelecida uma grande interação das empresas com as instituições de ciência e tecnologia do país, o que é um resultado positivo em termos de desenvolvimento tecnológico e de formação de recursos humanos.

Entretanto, ainda se observa que a visão das empresas com relação ao Programa precisa ser amadurecida e aprimorada. Uma constatação relevante acerca das empresas do setor elétrico é o fato de que, na maioria destas, a área de inovação e P&D está subordinada à Diretoria de Regulação, indicando que estas atividades podem estar sendo realizadas visando, sobretudo, o cumprimento de obrigações regulatórias. Destaca-se que, no início do Programa, havia a percepção de que o mesmo

representava um ônus à companhia. Contudo, esta visão vem evoluindo significativamente para a compreensão de que se trata de uma oportunidade estratégica de inovação para a empresa.

Outro ponto diz respeito à necessidade de se estabelecer maior articulação entre os demais programas de apoio do governo para atividades de inovação e P&D com o Programa de P&D da ANEEL. Ressalte-se que esta iniciativa foi tentada através do INOVA Energia, em 2013, com resultados modestos. Nota-se que esta articulação tende a potencializar os resultados dos esforços inovativos empenhados pelas empresas do setor elétrico.

Com relação aos riscos envolvidos e aos obstáculos encontrados para o desenvolvimento dos projetos, observa-se que há uma grande oportunidade de aprimoramento dos critérios de avaliação. O risco de glosa, por exemplo, apresentou-se como o fator de maior relevância para a avaliação dos resultados das inovações introduzidas pelas atividades de P&D. No entanto, a presença de risco é inerente à própria atividade de inovação e, portanto, não deveria ser um impeditivo para a realização deste tipo de atividade por parte das empresas.

Já com relação aos obstáculos encontrados pelas empresas do setor para as atividades inovativas, a burocracia foi apontada como tendo maior relevância. Neste sentido, observou-se, por exemplo, que os funcionários de nível técnico das empresas frequentemente desistem de realizar projetos ou assumir gerência de projetos de P&D, por conta do excesso de burocracia e dos critérios de avaliação envolvidos.

Assim, pode-se constatar que, na visão das empresas de geração, transmissão e distribuição, o Programa de P&D da ANEEL apresentou pontos positivos com relação à solução de problemas operacionais internos, à formação de recursos humanos e à produção científica, além de se configurar como o mais importante instrumento de suporte financeiro às atividades inovativas dentro do setor. Entretanto, ainda de acordo com este grupo de agentes, o Programa deve ser aprimorado, sobretudo em questões relacionadas à burocracia e aos riscos econômicos envolvidos. Além disso, também foi identificada a necessidade de as empresas amadurecerem a visão de que o Programa de P&D da ANEEL é uma oportunidade estratégica.

3.2. ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL SOBRE AS EMPRESAS FORNECEDORAS DE BENS E SERVIÇOS PARA O SETOR ELÉTRICO

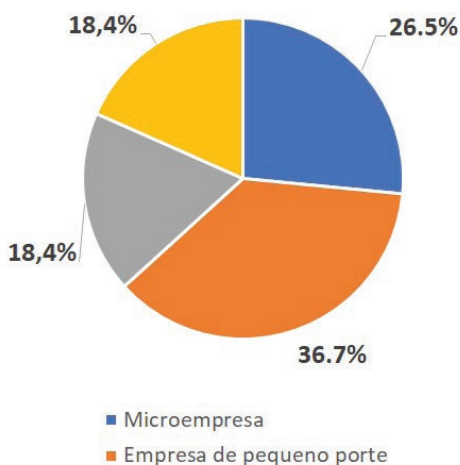
Esta seção tem como objetivo realizar a análise das experiências e conhecimentos acumulados em atividades inovativas pelas empresas prestadoras de bens e serviços para o setor elétrico e, ainda, a caracterização destas atividades.

Para esta etapa, foram realizadas, ao todo, 49 entrevistas em 49 empresas. As entrevistas foram gravadas e transcritas e os resultados apresentados foram obtidos através da tabulação das respostas dos questionários aplicados e da análise qualitativa do conteúdo das perguntas abertas.

3.2.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

O perfil das 49 empresas entrevistadas se distribui como é apresentado no Gráfico 10, abaixo. A classificação por porte das empresas seguiu o critério do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de divisão por número de funcionários, a saber: microempresa (até 9 funcionários); pequena empresa (entre 10 e 49 funcionários); média empresa (entre 50 e 99 funcionários) e grande empresa (a partir de 100 funcionários).

Gráfico 10: Classificação das empresas entrevistadas por porte



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

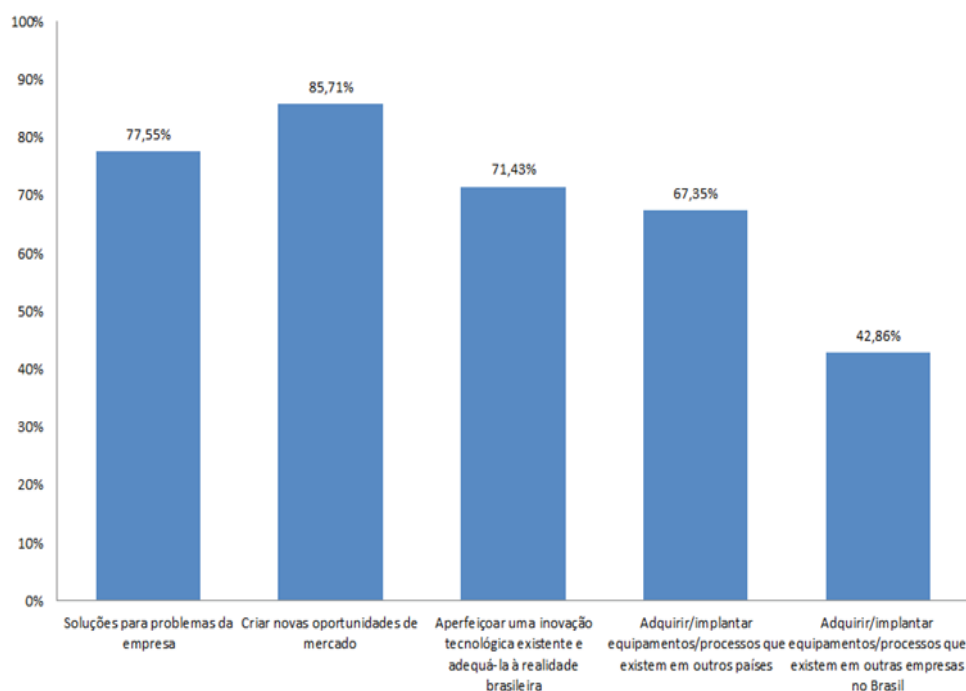
3.2.2 - PAPEL DA INOVAÇÃO NA ESTRATÉGIA DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

Um aspecto relevante está relacionado ao tratamento do tema inovação no âmbito da estrutura e da estratégia das empresas. Neste sentido, buscou-se analisar os objetivos das atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento nas empresas entrevistadas e, ainda, os elementos de inovação presentes em suas estratégias.

Primeiramente, procurou-se identificar a presença ou não de uma área voltada especificamente para inovação dentro da companhia. Os dados obtidos apontam que 59% das empresas possuem uma área específica de inovação. As empresas restantes (41%) indicaram que a inovação permeia em todos os seus setores e, por isso, não possuem uma área exclusiva para lidar com o tema.

Mais especificamente com relação à estratégia das empresas, foram previamente selecionados alguns possíveis focos dos projetos de P&D, a fim de analisar o grau de associação destes com as atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico. O Gráfico 11, abaixo, apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 11: Focos dos projetos de P&D

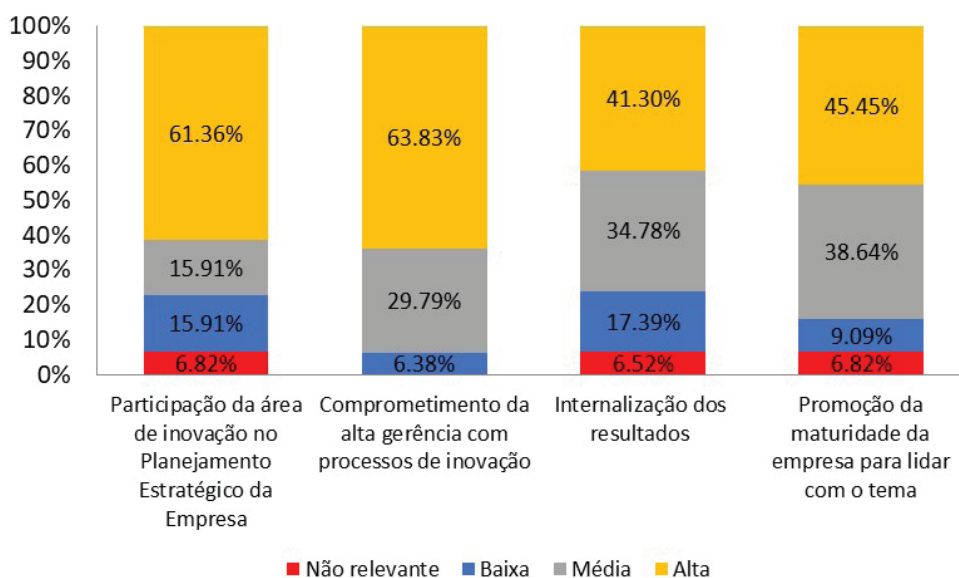


Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo

Assim, pode-se observar que as empresas fornecedoras de bens e serviços ouviram que suas atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento estão principalmente associadas à criação de novas oportunidades de mercado (85,71%), a soluções para problemas internos (77,55%) e ao aperfeiçoamento de inovações tecnológicas existentes com a adequação à realidade brasileira (71,43).

De forma análoga ao item 3.1.5, referente às empresas de energia elétrica, buscou-se avaliar, através dos mesmos quesitos utilizados no mencionado item, a importância da área de inovação no âmbito das empresas fornecedoras de bens e serviços. O Gráfico 12, a seguir, apresenta o resultado das informações coletadas.

Gráfico 12: Presença de elementos inovativos nas estratégias das empresas



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

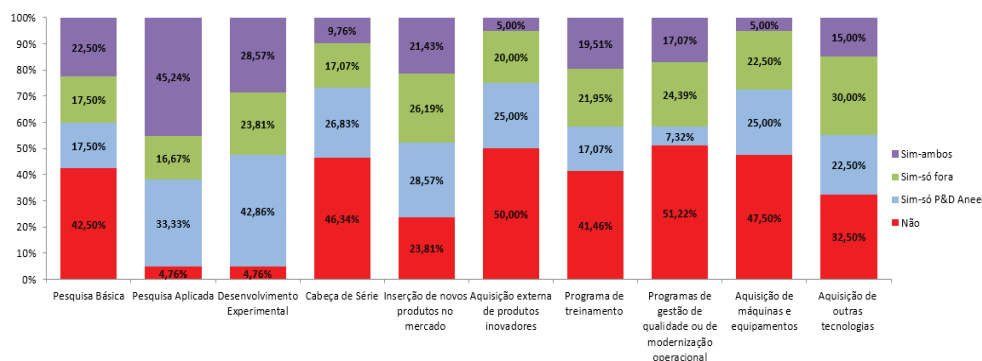
Destaca-se o fato de que boa parte das empresas ouvidas na pesquisa (61,36%) considera alta a participação da área de inovação no planejamento estratégico da empresa e no comprometimento da alta gerência nos processos de inovação (63,86%). Uma possível explicação é o fato de que diversas empresas entrevistadas foram criadas para atuar especificamente com o Programa de P&D da ANEEL.

Por outro lado, menos da metade das companhias considerou alta a importância de internalização dos resultados obtidos nos processos de inovação (41,30%) e de promoção da maturidade das empresas para lidar com o tema (45,5%).

3.2.3 - CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES INOVATIVAS

Este item visa identificar as atividades inovativas desenvolvidas pelas empresas no período entre 2008 e 2015, no âmbito do Programa de P&D da ANEEL, fora do Programa ou tanto dentro quanto fora do escopo do Programa. O Gráfico 13 apresenta este resultado.

Gráfico 13: Taxa de realização das atividades inovativas dentro e fora do Programa da ANEEL



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

No aspecto de atividades não realizadas, destaca-se que:

- i. 51,22% das empresas fornecedoras não realizaram programas de gestão de qualidade ou de modernização operacional;
- ii. 50% das empresas fornecedoras não realizaram aquisição externa de produtos inovadores e 47,5% das companhias não adquiriram máquinas e equipamentos;
- iii. 46,34% das empresas fornecedoras não fizeram cabeça de série, isto é, elaboração de protótipo; e
- iv. 41,46% das empresas fornecedoras não realizaram programas de treinamento, o que, de certa forma, contradiz as informações apresentadas na seção anterior, em que as companhias afirmaram que a capacitação da equipe é um aspecto de suma importância para a manutenção da sua capacidade competitiva.

Com relação às atividades inovativas desenvolvidas pelas empresas no âmbito do Programa de P&D, destacam-se:

- i. Desenvolvimento experimental (42,86%);
- ii. Pesquisa aplicada (33,33%); e
- iii. Inserção de novos produtos no mercado (28,57%).

No que diz respeito às atividades inovativas realizadas pelas empresas fora do Programa de P&D da ANEEL, destacam-se:

- i. Aquisição de tecnologias (30%);
- ii. Inserção de novos produtos no mercado (26,19%); e
- iii. Programas de gestão de qualidade ou de modernização operacional (24,39%).

Fora do âmbito do Programa de P&D, não houve atividade inovativa que tivesse predomínio sobre as demais, mas os percentuais foram mais expressivos neste tipo de atividade. Dentre as empresas que realizaram inovações, a aquisição de tecnologias, os programas de gestão de qualidade e os programas de treinamento foram observados mais fora do âmbito do Programa do que dentro dele ou em caráter misto.

Outro ponto relevante no que diz respeito à caracterização das atividades inovativas desenvolvidas está relacionado ao envolvimento de *startups* e a Tabela 2, abaixo, analisa as respostas das empresas fornecedoras entrevistadas.

Tabela 2: Realização de atividades com apoio de *startup*

Descrição	Não	Sim
Realizou iniciativa de apoio a <i>startups</i> ?	76,7%	23,3%
Adquiriu novos conhecimentos tecnológicos em função de parcerias com <i>startups</i> ?	81,4%	18,6%
A empresa adquiriu novas capacidades de gestão por promover esta rede de relacionamento com <i>startups</i> ?	86%	14%
Os colaboradores da sua empresa criaram <i>startups</i> ?	86%	14%
Financiou <i>startups</i> diretamente?	93%	7%
Utilizou financiamento anjo?	95,1%	4,7%
A empresa vendeu soluções tecnológicas de alguma <i>startup</i> ?	95,3%	4,7%

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

Das dez empresas que realizaram iniciativas de apoio a *startups*, oito chegaram a adquirir novos conhecimentos tecnológicos em função desta parceria. Este percentual expressivo (80%) de empresas fornecedoras que afirmaram ter obtido benefícios em termos de novos conhecimentos tecnológicos, devido às parcerias com *startups*, reforça o argumento de que iniciativas deste tipo são positivas para as companhias. destaca-se que a sinergia criada por meio da colaboração permite o avanço das capacidades dinâmicas das empresas.

Mais da metade (60%) das empresas fornecedoras que apoiaram iniciativas de *startups* adquiriram novas capacidades de gestão por promover uma rede de relacionamentos com elas e seus colaboradores acabaram criando *startups*.

Apenas duas das dez empresas utilizaram investimento anjo para financiar suas iniciativas de colaboração com *startups* e venderam as soluções tecnológicas resultantes desta colaboração. Pode-se afirmar, portanto, que as iniciativas de apoio a *startups* foram realizadas, majoritariamente, para processos e soluções internas das empresas. Os desenvolvimentos resultantes desta parceria, contudo, ainda não foram comercializados.

3.2.4 - PRINCIPAIS INOVAÇÕES INTRODUZIDAS

No que se refere às inovações introduzidas pelas empresas fornecedoras no período de análise (2008-2015), os entrevistados responderam sobre três tipos de inovações que suas companhias realizaram: (i) inovações de produto; (ii) inovações de processo; e (iii) inovações organizacionais. A Tabela 3 apresenta os resultados e, nas próximas seções, serão analisados os três tipos de inovações desenvolvidos pelas empresas.

Tabela 3: Tipos de inovação realizadas pelas empresas entrevistadas

Descrição	Não	Sim - Só P&D ANEEL	Sim - Só fora	Sim - Ambos
1. Inovações de produto				
1.1. Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?	23	8	7	4
1.2. Produto novo para o mercado nacional?	9	21	7	5
1.3. Produto novo para o mercado internacional?	20	12	8	2

Descrição	Não	Sim - Só P&D ANEEL	Sim - Só fora	Sim - Ambos
2. Inovações de processo				
2.1. Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor?	17	8	9	5
2.2. Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?	12	9	12	7
3. Realização de mudanças organizacionais (inovações organizacionais)				
3.1. Implementação de técnicas avançadas de gestão?	26	7	7	4
3.2. Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?	27	4	7	4
3.3. Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando atender às normas de certificação (ISO 9000, ISSO 14000, etc.)?	27	5	8	3
3.4. Propostas de mudança regulatória?	6	10	1	3
Total	167	84	66	37

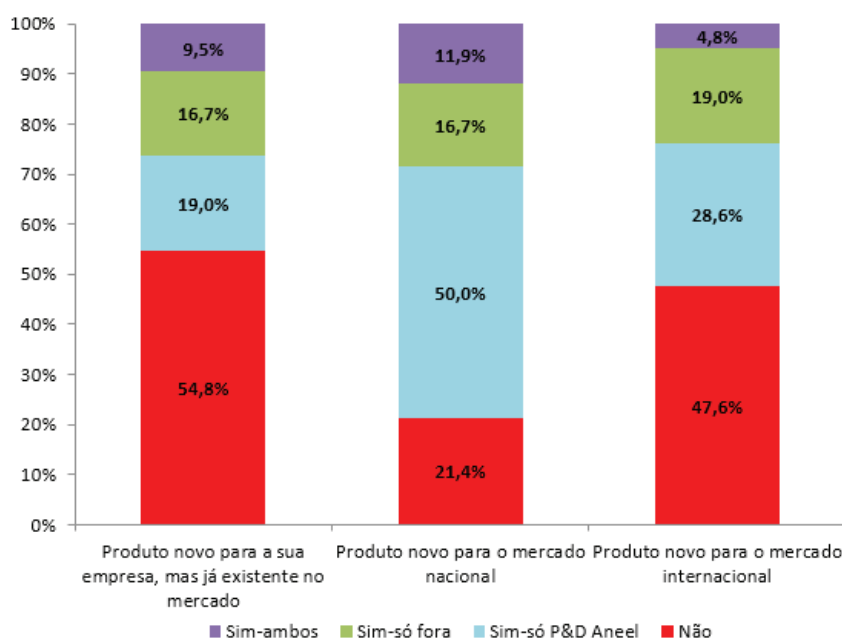
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

As empresas fornecedoras de bens e serviços entrevistadas introduziram mais inovações no setor elétrico que foram desenvolvidas no âmbito do Programa de P&D (84) do que fora dele (66) ou em ambos (37), considerando o total das subcategorias de inovações de produtos, de processos e organizacionais. No entanto, 167 sinalizações dos entrevistados afirmaram não terem introduzido inovações no setor elétrico nas categorias listadas na tabela acima.

As inovações que os entrevistados mais introduziram no setor elétrico foram inovações de produto, em específico novos produtos para o mercado nacional, desenvolvidas no âmbito do Programa de P&D da ANEEL, considerando que 21 entrevistados desenvolveram este tipo de inovação. Além disso, 12 entrevistados afirmaram que desenvolveram novas inovações para o mercado internacional no âmbito do Programa de P&D da ANEEL e 12 entrevistados realizaram inovações de processos fora do Programa.

As empresas entrevistadas foram questionadas com relação à inovação de produtos em três quesitos: (i) produto novo para a empresa, mas já existente no mercado, (ii) produto novo para o mercado nacional e (iii) produto novo para o mercado internacional. Além de saber se houve ou não inovações de produto, o objetivo da pergunta era saber, em caso afirmativo, se tais inovações ocorreram somente no âmbito do Programa de P&D da ANEEL ou se ocorreu em outros tipos de projetos. Os resultados são apresentados no Gráfico 14, a seguir.

Gráfico 14: Inovações de produto no âmbito do Programa de P&D da ANEEL



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

Observa-se um uso relativamente baixo de recursos do Programa de P&D da ANEEL na elaboração de produtos novos para a empresa, mas que já existem no mercado. Por outro lado, observa-se um papel significativo do Programa no caso de produtos novos para o mercado nacional. Nesta categoria, metade das empresas afirmou utilizar exclusivamente recursos do Programa, o que reforça o caráter inovativo, a nível nacional, das atividades realizadas. Ademais, 28,6% das empresas indicaram, ainda, o uso exclusivo de recursos do Programa para a elaboração de produtos que são novos até mesmo a nível internacional.

3.2.5 - FINANCIAMENTO DAS ATIVIDADES INOVATIVAS

Uma das perguntas fundamentais desta seção consiste na verificação da possibilidade e interesse, por parte das empresas entrevistadas, em realizar projetos de inovação sem o suporte financeiro de programas de fomento. Destaca-se que 62,16% das empresas afirmaram que fariam este tipo de atividade somente com capital próprio.

Com relação às fontes de suporte, foram selecionados alguns programas de apoio às atividades inovativas, a fim de investigar quais deles são efetivamente utilizados para apoio às atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento. A Tabela 4 apresenta o percentual das empresas entrevistadas que afirmou utilizar cada um dos programas selecionados.

Tabela 4: Utilização de programas de apoio às atividades inovativas

Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica - sem ICTs parceiros	29,73%
Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica - com ICTs parceiros	29,73%
Bolsas oferecidas pelas FAPs, CNPq, etc. para pesquisadores em empresas	28,95%
Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005)	25,64%
Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica	24,32%
Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores	23,53%
Incentivo fiscal da Lei de Informática (Lei nº 8.248/1991)	18,42%
Compras públicas	18,42%
Financiamento exclusivo para aquisição de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	13,89%
Inova Energia	10,81%
Aporte de capital de risco	7,89%
Financiamento exclusivo para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	5,71%
EMBRAPII	2,94%

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

Os dados da tabela acima indicam que o Programa de P&D se destaca como o mais utilizados pelas empresas, considerando que 29,73% das empresas afirmaram utilizar este tipo de programa. Merecem destaque, também, a oferta de bolsas por parte de instituições de fomento à pesquisa para pesquisadores dentro das empresas (28,95%) e a Lei do Bem (25,64%).

Vale destacar que 65% das empresas que justificaram o não aproveitamento de programas de apoio do governo às atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico apontaram questões relacionadas à inadequação destes aos objetivos internos de inovação. O restante das empresas entrevistadas afirmou não conhecer os programas ou outros motivos para o não aproveitamento dos mesmos.

Ainda no âmbito destes programas vale destacar que, apesar de as empresas reconhecerem a existência dos mesmos, são apontados diversos problemas para o efetivo aproveitamento dos recursos. Muitos programas são considerados inadequados para as atividades inovativas ou possuem elevado nível de exigências, afastando o interesse das companhias. Também é interessante notar que, mesmo em situação nas quais os programas são considerados adequados, questões burocráticas internas são frequentemente apontadas como o grande entrave para a liberação dos recursos.

Outra crítica frequente quanto aos programas de apoio do governo às atividades inovativas diz respeito ao tempo demorado para a obtenção dos recursos. Foram citados casos nos quais a demora no processo de liberação dos recursos foi tão longa que os projetos de inovação e desenvolvimento tecnológico em questão caducaram, tornando-se obsoletos e perdendo o sentido .

3.2.6 - PARCERIAS

Através da pesquisa realizada, constatou-se que as atividades inovativas foram realizadas com diversos tipos de parceiros. A Tabela 5 apresenta o grau de importância dos parceiros para a realização dos projetos, dentre os quais estão incluídos os fornecedores, os clientes, as associações setoriais, as empresas do setor elétrico, as instituições de ciência e tecnologia e as consultorias.

Tabela 5: Importância de parcerias para a realização dos projetos

Parceiros	Nulo (o)	Baixa importância (1)	Média importância (2)	Alta importância (3)
Fornecedores	32,5%	17,5%	17,5%	32,5%
Clientes	20,5%	7,7%	10,3%	61,5%
Associações setoriais	58,3%	16,7%	11,1%	13,9%
Empresas do setor elétrico	30,0%	12,5%	20,0%	37,5%
ICTs	40,0%	12,5%	15,0%	32,5%
Consultorias	45,9%	27,0%	8,1%	18,9%

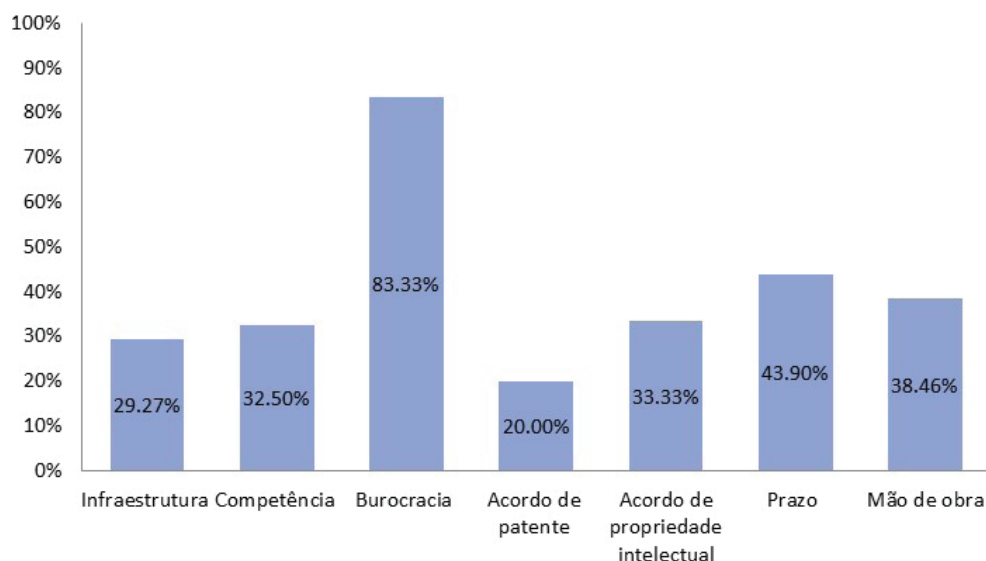
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

Nota-se que, para as empresas fornecedoras, os parceiros considerados de alto grau de importância foram os clientes (61,5%), as empresas do setor elétrico (37,5%), outros fornecedores (32,5%) e as instituições de ciência e tecnologia (32,5%). Já os parceiros que as empresas fornecedoras atribuíram menor importância foram as associações setoriais (58,3%) e as consultorias (45,9%).

Além disso, as empresas entrevistadas afirmaram que, de modo geral, as parcerias com as universidades ocorrem, sobretudo, por meio da publicação de trabalhos acadêmicos envolvendo os temas dos projetos, para a aplicação do conhecimento e para a sua divulgação em seminários e workshops que existem na área.

3.2.7 - DIFICULDADES E OBSTÁCULOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO E DE ATIVIDADES INOVATIVAS

A implementação de projetos de inovação dentro das empresas fornecedoras também foi alvo de análise neste estudo. Neste sentido, alguns obstáculos e entraves foram previamente selecionados de modo a investigar a sua relevância como barreiras para a implementação da inovação. O Gráfico 15 representa o percentual considerado como um obstáculo pelas empresas entrevistadas de cada um dos quesitos.

Gráfico 15: Obstáculos e entraves considerados pelas empresas entrevistadas

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

A burocracia teve grande destaque como um dos principais entraves para a implementação de projetos de inovação, com a citação por 83,33% das empresas entrevistadas.

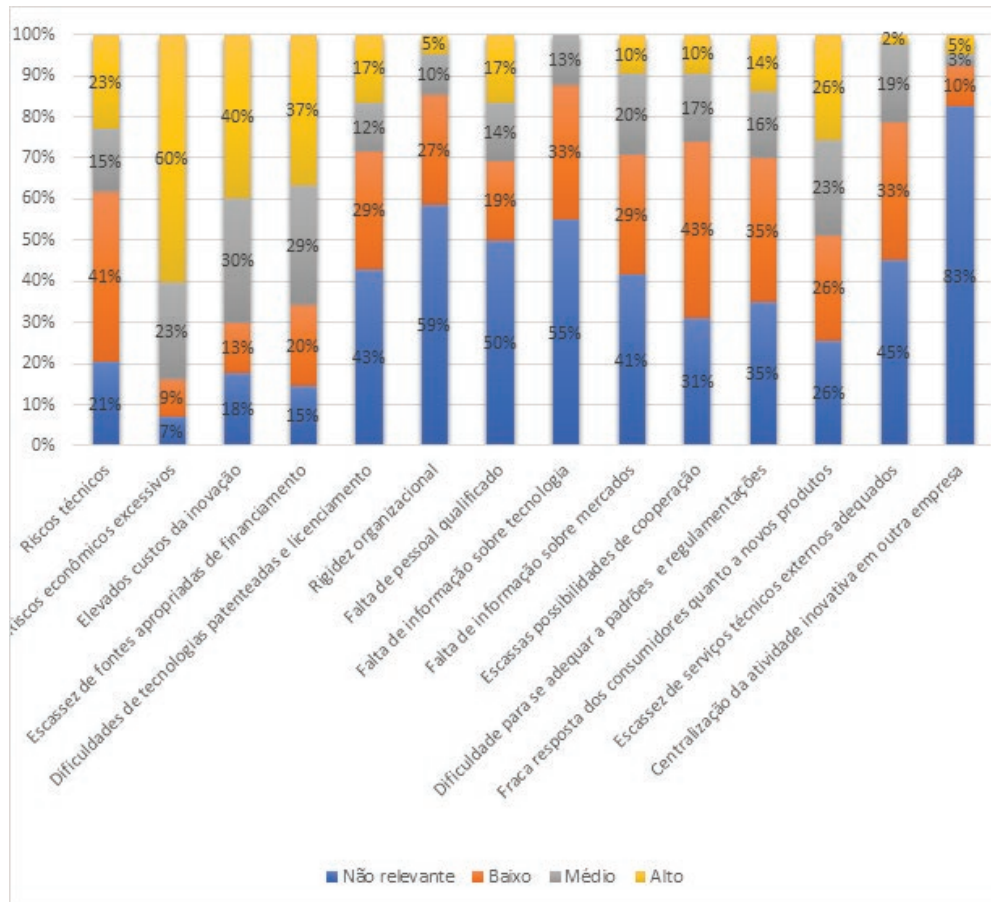
Com relação ao prazo e à mão de obra, segundo e terceiro itens mais citados, respectivamente, os entrevistados mencionaram que o *timing* do projeto frequentemente é diferente do tempo de formação acadêmica das equipes de pesquisadores, prejudicando o planejamento das atividades. O tempo do projeto é, em média, de dois anos, estando em sintonia com o prazo de programas de mestrado, mas não com programas de doutorado, que duram, em média, quatro anos. Assim, as empresas relataram dificuldades de se contratar um aluno de doutorado que esteja estudando um tópico específico relacionado ao projeto, em função da conciliação dos prazos.

Destacou-se, ainda, a alta rotatividade dos recursos humanos que trabalham com projetos de P&D dentro das empresas do setor elétrico, o que dificulta o amadurecimento de uma rede de relações capaz de articular interesses convergentes com as empresas fornecedoras.

A questão de propriedade intelectual, quarto entrave mais citado pelos entrevistados, foi um obstáculo apontado principalmente pelas empresas fornecedoras de grande porte. Pelas regras do Programa de P&D da ANEEL, estas empresas teriam que ceder a propriedade intelectual desenvolvida nos projetos em parcerias com outros *players*, o que diminui o seu interesse em realizar este tipo de atividade.

O questionário aplicado também teve como objetivo identificar possíveis fatores que prejudicam ou dificultam as atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico nas empresas fornecedoras e o resultado é apresentado no Gráfico 16.

Gráfico 16: Fatores que prejudicam ou dificultam atividades inovativas



Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa de campo.

Observa-se que os principais fatores apontados como prejudiciais às atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico são os riscos econômicos excessivos e os elevados custos associados a esse processo. Estes fatores foram apontados, respectivamente, por 60,47% e 40% das empresas entrevistadas como sendo altamente prejudicial. Nota-se que este resultado se assemelha àquele verificado na pesquisa junto às empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica para este mesmo tema.

3.2.8 - SÍNTESE DAS OBSERVAÇÕES DAS EMPRESAS FORNECEDORAS DE BENS E SERVIÇOS PARA O SETOR ELÉTRICO

Os resultados da pesquisa junto a empresas fornecedoras de bens e serviços ao setor elétrico sugerem, em geral, um padrão distinto daquele verificado nestas empresas em termos de atividade inovativa. Isso se explica pelo fato de as empresas fornecedoras serem mais focadas em inovações de produto e de processo e, como dependem fortemente da interação com o cliente, tendem a se especializar em nichos de atuação. Estas empresas se percebem como competitivas a partir de elementos relacionados a seus recursos intangíveis, tais como capacidade de atendimento, qualidade do serviço e da mão de obra, conhecimento técnico das equipes e capacidade tecnológica, sendo o custo do serviço um aspecto menos relevante.

A motivação principal dos projetos de P&D, segundo os entrevistados, não seria apenas resolver problemas da empresa e aperfeiçoar inovações tecnológicas, mas também criar oportunidades de mercado. Cabe ressaltar, porém, que parte expressiva dos entrevistados declarou não ter introduzido inovações de processo e mudanças organizacionais, importantes para promover a criação de conhecimento nas empresas.

Uma possível solução para aumentar a taxa de inovação das empresas do setor elétrico é o uso de parcerias com *startups* (LA ROVERE e MIRANDA, 2017), uma vez que estas oferecem a vantagem de se especializar em nichos e ficar mais próximas ao cliente final. Neste sentido, pesquisa buscou investigar se as empresas fornecedoras tinham algum tipo de apoio a *startups* ou realizavam parcerias com estes agentes. Menos de um quarto respondeu positivamente, o que pode ser justificado pelo fato de a maior parte da amostra ser constituída por empresas de pequeno porte. Mesmo assim, quem fez parcerias com *startups* obteve benefícios principalmente no que se refere à aquisição de conhecimentos tecnológicos e capacidades de gestão.

Cabe destacar que, enquanto o modelo de parcerias do Programa de P&D da ANEEL se baseia na relação entre empresa, cliente e universidades, as empresas fornecedoras entrevistadas atribuíram maior importância às parcerias com clientes do que com as universidades. Isto se deve ao fato de que as parcerias com as universidades acabarem sendo focadas na produção de artigos acadêmicos e na divulgação dos trabalhos em seminários. Ademais, menos da metade dos entrevistados considera que as informações vindas de universidades são relevantes.

Apesar da baixa ênfase nas parcerias com as universidades, as empresas entrevistadas acreditam que estas possuem competências para dar conta dos desafios relacionados às tendências tecnológicas do setor. Ressalta-se, neste quesito, a predominância da menção a universidades públicas como centros de excelência du-

rante as entrevistas. As empresas percebem que os desafios relacionados às novas tecnologias virão de competências interdisciplinares que irão promover inovações radicais em diversos setores.

As empresas fornecedoras estão conscientes da importância da inovação para as suas atividades, tanto que estão dispostas a financiar esta atividade com recursos próprios. Chama atenção o baixo percentual de empresas que utilizam recursos públicos. De acordo com as entrevistas, isso pode ser explicado principalmente por editais considerados inadequados às necessidades das companhias.

Com relação aos obstáculos para a atividade inovativa, merecem destaque questões ligadas à burocracia. As entrevistas indicaram que o processo burocrático pode ocorrer em três esferas: burocracia no âmbito interno das empresas, burocracia na relação entre empresas e financiadores ou parceiros e burocracia na relação entre empresas e a ANEEL. A primeira destas esferas decorre da cultura organizacional das empresas. Processos excessivamente burocráticos tendem a surgir em empresas que não possuem cultura organizacional capaz ou acostumada a lidar com programas de pesquisa e desenvolvimento. A relação entre empresas e financiadores ou parceiros também pode ser um gerador de excessiva burocracia, na medida em que envolve a necessidade por proteção de investimento e disputas no âmbito da propriedade intelectual. No que diz respeito ao relacionamento com a ANEEL, a pesquisa identificou questões referentes a algumas das regras do Programa de P&D.

O principal problema apontado como consequência da burocracia é o aumento desproporcional de prazos de realização dos projetos, segundo item mais citado como obstáculo e entrave aos projetos. Na medida em que muitas tramitações legais são necessárias para autorização e realização dos projetos e regulamentação dos resultados dos mesmos, os prazos estipulados nas etapas de planejamento acabam sendo alterados. Este problema, por sua vez, pode vir a causar prejuízos financeiros às empresas, em alguns casos dificultando a relação com financiadores e parceiros. O aumento da burocracia também leva a um aumento do custo jurídico das atividades inovativas, já que as empresas são obrigadas a mobilizar mais recursos para lidar com tais questões.

Destaca-se que, segundo os entrevistados, as dificuldades burocráticas estão fortemente associadas às disposições do Manual de P&D da ANEEL, pois algumas regras não estão claramente definidas e ainda há dúvidas com relação ao entendimento do que pode ou não ser feito no âmbito do Programa. Desta forma, os entrevistados afirmam que todas estas questões somadas levam os projetos inovativos a perder prioridade dentro do conjunto de projetos das empresas, tornando necessária a criação de mecanismos que atenuem o problema.

Vale menção ao reconhecimento, por parte das próprias empresas entrevistadas, de que é necessário que haja algum nível de formalização e fiscalização dos programas de P&D. Portanto, quando o tema “burocracia” é aqui tratado como um problema identificado nos depoimentos coletados, entende-se a referência a níveis excessivos e prejudiciais de burocracia.

Ainda com relação aos obstáculos, para cerca de 44% das empresas fornecedoras, a diferença entre os prazos dos projetos e o período de formação dos pesquisadores é o motivo principal pelo qual o prazo do projeto é um obstáculo à inovação. Dificuldades com propriedade intelectual, por outro lado, só foram relatadas por empresas de maior porte, que possuem recursos para utilizar os ativos intangíveis gerados pela inovação em outros negócios.

Finalmente, a análise dos obstáculos à inovação mostra que as empresas a percebem como tendo alto risco econômico e elevados custos, sendo, portanto, fundamental a participação do Estado no apoio a esta atividade. Adicionalmente, ainda que o Programa de P&D da ANEEL tenha muitos resultados positivos para a inovação no setor elétrico, este apresenta pontos a serem aperfeiçoados através de mudanças regulatórios.

3.3. SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS

As entrevistas com empresas do setor elétrico e com empresas fornecedoras de bens e serviços tiveram como objetivo traçar um panorama das características dos processos inovativos realizados nestas companhias, notadamente no que tange ao Programa de P&D e suas necessidades de aperfeiçoamento. Assim, esta etapa da pesquisa foi realizada de modo a identificar a percepção que estes agentes possuem com relação ao Programa. A complementação desta análise envolve, ainda, a realização de entrevistas junto ao setor acadêmico e de pesquisa, como será explorado nos capítulos a seguir.

Assim, é possível observar que, tanto as empresas do setor elétrico, quanto as empresas fornecedoras consideram o Programa de P&D da ANEEL como um importante instrumento de apoio à inovação no Setor Elétrico Brasileiro. Entretanto, a pesquisa junto a estes agentes também evidenciou algumas necessidades de aperfeiçoamento no Programa.

Os resultados obtidos a partir desta etapa constituem, portanto, uma visão retrospectiva acerca do Programa de P&D da ANEEL. A sistematização dos resultados realizada no presente capítulo objetivou a identificação de temas que orientem

um olhar prospectivo, permitindo, assim, avançar no aperfeiçoamento do Programa por meio da adoção de medidas, políticas e inovações regulatórias.

A sistematização dos resultados deu origem a um grupo de cinco tópicos, apresentados a seguir, que serão aprofundados nos próximos capítulos deste livro, sendo eles:

i. Falta de uma visão estratégica do Programa e sua articulação com outras políticas

Nas entrevistas realizadas com as empresas do setor elétrico e empresas fornecedoras de bens e serviços, foi relatada a necessidade de um maior alinhamento entre políticas de ciência, tecnologia e inovação promovidas pelo Estado em seus diversos níveis. Assim, identifica-se a necessidade de uma visão estratégica do Programa, no sentido de que seja estabelecida uma maior articulação deste com as demais iniciativas promovidas pelo Estado para fomentar as atividades inovativas no setor elétrico.

ii. Dificuldades relacionadas à operacionalização do Programa de P&D

Foi identificado um grupo importante de possíveis obstáculos relacionados à operacionalização do Programa. É o caso, por exemplo, de riscos econômicos excessivos, processos burocráticos ou, ainda, normas relativas aos prazos, identificados pelas empresas do setor elétrico e pelas empresas fornecedoras de bens e serviços, como fatores que prejudicam a operacionalização dos projetos de P&D.

iii. Necessidade de articulação dos esforços inovativos e geração de demanda para os produtos resultantes

Um ponto de grande importância relativo aos programas de P&D diz respeito à etapa de inserção dos produtos no mercado. O Programa de P&D da ANEEL prevê que sejam realizados projetos centrados nas atividades de “cabeça de série”, “lote pioneiro” e “inserção em mercado”. Contudo, identifica-se que, em muitas vezes, os projetos realizados acabam se voltando à solução de problemas técnicos específicos ou a pesquisas básicas, não prevendo uma etapa de comercialização dos produtos resultantes. Assim, vislumbrou-se a necessidade de articulação de esforços para que os produtos resultantes dos projetos cheguem ao mercado.

iv. Necessidade de articulação e cooperação entre empresas do setor elétrico e outros segmentos

A dificuldade na comercialização de produtos resultantes dos projetos de P&D também evidencia a dificuldade na criação de redes entre empresas do setor elétrico e outros parceiros detentores de capacitações tecnológicas e produtivas para o desenvolvimento de novos produtos.

Questões relacionadas à burocracia e à rigidez das regras com relação ao enquadramento de gastos em projetos foram identificadas como aspectos que prejudicam, por exemplo, a participação de fornecedores tradicionais no Programa.

v. Aperfeiçoamento dos fluxos de informação e construção de capacitações

A partir das entrevistas realizadas, é possível perceber que há consenso entre empresas do setor elétrico quanto à deficiência na divulgação das iniciativas em curso e das iniciativas já concluídas no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Desta forma, aumenta-se a insegurança de seus executores no que diz respeito à originalidade do projeto.

Além disso, esta deficiência pode levar a uma superposição de esforços inovativos por parte das empresas. A ausência de uma divulgação adequada dos esforços afeta, ainda, a difusão das atividades inovativas, fazendo com estas se mantenham internas às empresas que realizaram os projetos em questão.

O aprofundamento destes tópicos e de seus possíveis desdobramentos em termos de melhorias para o Programa será realizado no capítulo 6 deste livro, que incorpora, ainda, os resultados obtidos junto às entidades acadêmicas e de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lista de Projetos de P&D**. Resolução nº 316/2008, site ANEEL.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 754/2016**. Procedimentos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PROP&D).

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Projeto de Prospecção Tecnológica no Setor Elétrico**. Ceres Cavalcante, 2017.

Frascati Manual 2015: **Guideline for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development**.

La Rovere, R. L.; Miranda, K. **O conceito de inovação em serviços e suas implicações para as estratégias das empresas do setor elétrico**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2017 (mimeo)

Metcalf, S.; Miles, I. **Services: Invisible innovators**. Paper presented at CSLS Conference on Service Sector Productivity and the Productivity Paradox April 11 - 12, 1997, Chateau Laurier Hotel Ottawa, Canada.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DAS CAPACIDADES PARA A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIAS NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL (2008-2015)

Maria Gabriela Podcameni

José Eduardo Cassiolato

João Marcos Hausman Tavares

Manuel Gonzalo

Rubens Rosental

Maria Martha Brito

Julia Terra Miranda Machado

INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como finalidade avaliar dois pontos específicos. O primeiro é identificar e caracterizar o setor acadêmico na área da pesquisa em energia elétrica no Brasil, com base na Plataforma Lattes, procurando analisar as principais instituições, grupos de pesquisa (GP), pesquisadores líderes de grupos, linhas de pesquisa, área de conhecimento e formação de recursos humanos. A partir desta caracterização, busca-se analisar como têm evoluído, durante o período de 2008 a 2015, as redes de interações entre os principais pesquisadores na área (líderes de grupos de pesquisa e pesquisadores participantes em projetos P&D da ANEEL), segundo tipo de instituição, localização geográfica e áreas de conhecimento.

Este capítulo é composto de três seções, além da presente introdução e das conclusões finais. A primeira seção caracteriza a estrutura científica brasileira. Um mapeamento das capacidades de pesquisa no setor, a partir da análise dos grupos de pesquisa, seus integrantes e parceiros, é o objeto de discussão da segunda seção. Em seguida, apresentam-se as redes de interações em projetos de pesquisa, as quais focam na avaliação de três tipos de interações estratégicas para a promoção da ciência, tecnologia e inovação (CTI): as interações territoriais, as interações institucionais e as interações entre as diferentes disciplinas de conhecimento. Destaca-se que a metodologia, as fontes de informação e as técnicas de análises adotadas são apresentadas no apêndice metodológico ao final deste livro.

4.1. ESTRUTURA CIENTÍFICA BRASILEIRA

Para alcançar os resultados pretendidos pelo presente capítulo, é essencial realizar uma breve análise do papel da estrutura científica no Brasil. A fim de compreender sua função, é importante entender suas origens históricas. Conforme colocam Suzigan e Albuquerque (2011), a formação da rede de Instituições de Ensino e Pesquisa (IEPs) no Brasil começa no início do Século XIX e, a partir de então, passou por cinco ondas de criação institucional. A primeira onda ocorreu no período joanino, marcada pela criação de instituições de ensino na área de medicina e instituições de pesquisa em diferentes áreas.

Já a segunda onda ocorre no final do Século XIX. Nesse período, foram criadas diversas IEPs voltadas às ciências agrárias. Em seguida, a terceira, no início do Século XX, foi marcada pela criação das primeiras universidades brasileiras, a Universidade do Brasil (atual UFRJ), em 1920, e a Universidade do Estado de São Paulo, a USP, em 1934.

A quarta onda de criação institucional ocorreu no pós-guerra, com a criação de um conjunto de instituições consideradas de importância estratégica, em termos geopolíticos, para o país na época (como o CTA, o ITA e o CBPF). Essa onda também ocorre junto com a criação de mais universidades, principalmente fora do eixo Rio-São Paulo. Entre as décadas de 1950 e 1960 também há o surgimento de instituições de políticas voltadas ao fomento de atividades de ciência e tecnologia (C&T), como o CNPq e o CAPES. Esse período é sucedido pela quinta onda, cujo foco foi na criação de IEPs voltadas a atender objetivos estratégicos de desenvolvimento, principalmente com empresas estatais.

Após essas cinco ondas, o período atual, de pós-redemocratização, teve como marco inicial voltado à C&T a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia, em 1985. A priorização do combate à inflação e a adesão a recomendações de política do Consenso de Washington, na década de 1990, impactou negativamente as políticas de CTI em termos da escala de prioridades dos governos do período e de volume de recursos alocados. Apenas no final dessa década e no início da década seguinte, há outro marco importante de política na área, a criação dos fundos setoriais que, ancorados no FNDCT, foram capazes de dar maior estabilidade às verbas alocadas em políticas públicas para apoio a pesquisas e à inovação em empresas e em IEPs (CASSIOLATO *et al*, 2015).

O presente milênio é caracterizado por um redesenho no ensino superior brasileiro e os números da educação superior no país mostram um intenso processo de expansão. Segundo o MEC (2015), entre 2003 e 2013, as regiões mais carentes de ensino superior, Norte e Nordeste, apresentam um percentual de crescimento das matrículas de 94% e 76%, respectivamente. Já o Sudeste, o Sul e o Centro-Oeste tiveram elevação de 47%, 26% e 48%, respectivamente. Tal processo acarretou uma diversificação na oferta de cursos, entre 2003 e 2013, sendo que, na área de graduação, saltou de 16.505 para 32.049 diferentes cursos, um crescimento de 94%. Esta diversificação significa a possibilidade de criação de novos grupos e linhas de pesquisas e de estabelecimento de novas interações entre o setor acadêmico e produtivo no Brasil.

No período de 2003 a 2014, foram criadas 18 novas universidades federais e 173 novos *campi* de universidades no interior do país. Estes avanços foram viabilizados por um conjunto de novas ações e políticas. Além do Prouni (Programa Universidade para todos) e do Reuni (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), merecem destaque o Programa de Extensão Universitária (Proext-2003), a criação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes-2004), a criação do Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB-2006), a expansão do Programa de Educação Tutorial (PET), o Plano Nacional de Assistência Estudantil (Pnaes-2008), o Plano Institucional de Bolsas de Iniciação à

Docência (PIBID-2008), o redesenho do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (FIES-2010), o Programa de Bolsa Permanência para Estudantes das Universidades Federais, em 2013, a Lei de Cotas nas Universidades Federais, em 2013, o Programa Mais Cultura nas Universidades, em 2014, e o fortalecimento do Exame Nacional do Ensino Médio (MEC, 2015). Do ponto de vista da evolução orçamentária, os recursos aplicados em educação mais que dobraram, passando de R\$ 47,8 bilhões, em 2007, para R\$ 94,47 bilhões, em 2019.

A partir do que foi exposto acima, portanto, constata-se que a estrutura científica no Brasil desfrutou de importantes avanços ao longo do período de análise. Identifica-se, por exemplo, um maior número de políticas públicas voltadas à promoção do ensino e ao fomento de atividades de C&T. Ademais, observa-se que o acesso ao ensino superior cresceu em regiões que anteriormente careciam dessa oferta, como as regiões Norte e Nordeste, e verificou-se uma maior diversificação dos cursos oferecidos pelas instituições de ensino superior. Esses avanços contribuem para que o papel da estrutura científica brasileira transcenda meramente o da reprodução do conhecimento e englobe a esfera da criação de conhecimento¹.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA CIENTÍFICA BRASILEIRA RELACIONADA À ENERGIA ELÉTRICA, SEGUNDO OS GRUPOS DE PESQUISA DO CNPQ

4.2.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA NA ÁREA ELÉTRICA

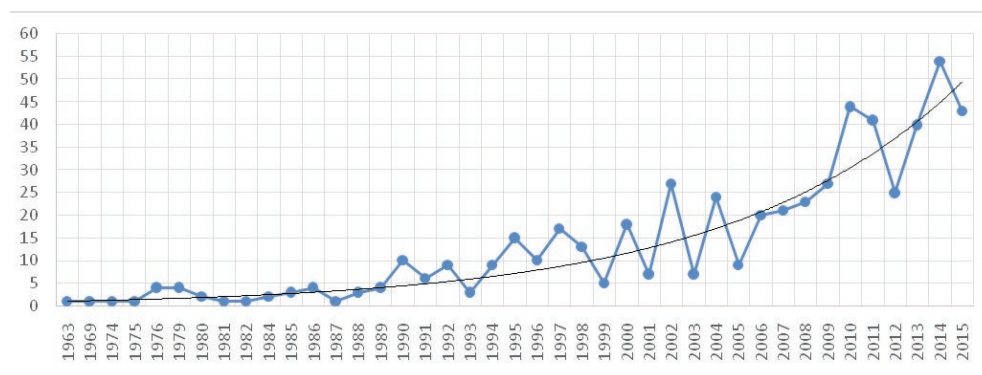
Esta seção realiza um mapeamento dos grupos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq, que compõem grande parte das capacidades em pesquisa no setor de energia elétrica no Brasil². A análise da atuação dos grupos permite uma primeira aproximação das capacidades para a produção de conhecimento e de tecnologias na área da energia elétrica. Neste sentido, os dados mostram que, independentemente de oscilações anuais, a evolução da criação de

¹ É importante ressaltar que, a partir de 2014, o ritmo de expansão da estrutura científica brasileira começa a se reduzir em função da crise econômica e da restrição fiscal do Estado. Este cenário se agrava fortemente a partir de 2016, quando os recursos para estrutura científica se tornam declinantes. Em 2018, foi possível identificar um enfraquecimento da capacidade de pesquisa no país, em razão da escassez de bolsas de pesquisa. Porém, como o período de análise do presente capítulo compreende de 2008 a 2015, optou-se por não enfatizar a tendência declinante recente.

² A metodologia é detalhada no apêndice metodológico.

GP possui uma tendência crescente até o ano 2014, conforme consta no Gráfico 1, abaixo. A linha preta, por sua vez, mostra a tendência exponencial da evolução dos GP em energia elétrica ao longo do tempo.

Gráfico 1: Evolução temporal dos GP

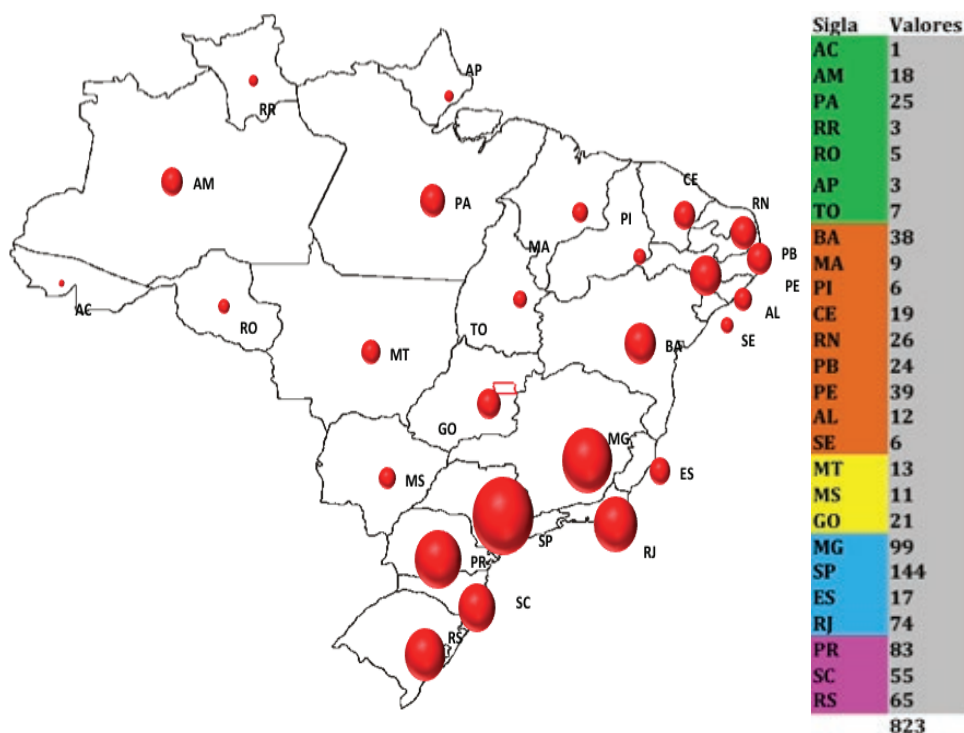


Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

Destaca-se que a análise da distribuição dos grupos no território nacional permite observar como as capacidades de pesquisa se distribuem nas diferentes regiões do país. Neste sentido, o Gráfico 2 apresenta a distribuição por grandes regiões brasileiras e é possível se verificar que as regiões Sudeste e Sul agregadas concentram 65% de todos os 823 grupos de pesquisas nacionais, no período de 1963 e 2015. Em comparação, tem-se a Região Nordeste, com 22%, Norte, com 7%, e Centro-Oeste, com 5%.

Ainda segundo o Gráfico 2, os cinco estados com maior número de grupos de pesquisa são São Paulo, com 144, Minas Gerais, com 99, Paraná, com 83, Rio de Janeiro, com 74, e Rio Grande do Sul, com 65. Estes estados, em conjunto, representam 56,5% de todos os grupos de pesquisa no período estudado e os 43,5% restantes são distribuídos entre os outros 22 estados do país.

Gráfico 2: Localização territorial dos GP por estado



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

4.2.2 - INSTITUIÇÕES DOS GRUPOS DE PESQUISAS

Segundo a Tabela 1, em 2017, foram verificadas 169 instituições³ participantes nos 823 grupos de pesquisa. Deste grupo, das dez mais representativas, 80% estão localizadas nas regiões Sul ou Sudeste, corroborando os dados levantados na análise regional. Ademais, destaca-se que 64,5% das 153 instituições de ensino com grupos de pesquisa são compostos por instituições públicas de ensino e, se consideradas “organizações e centros de pesquisa nacionais”, este total vai para 71,6% de instituições públicas.

³ Instituições previamente autorizadas pelo CNPq, de acordo com as regras de participação estabelecidas no Diretório. Essas instituições estão, em sua maioria, entre as universidades, as instituições isoladas de ensino que possuem pós-graduação e os institutos públicos de pesquisa científica e tecnológica.

Tabela 1: Ranking das 20 instituições com maior número de GP

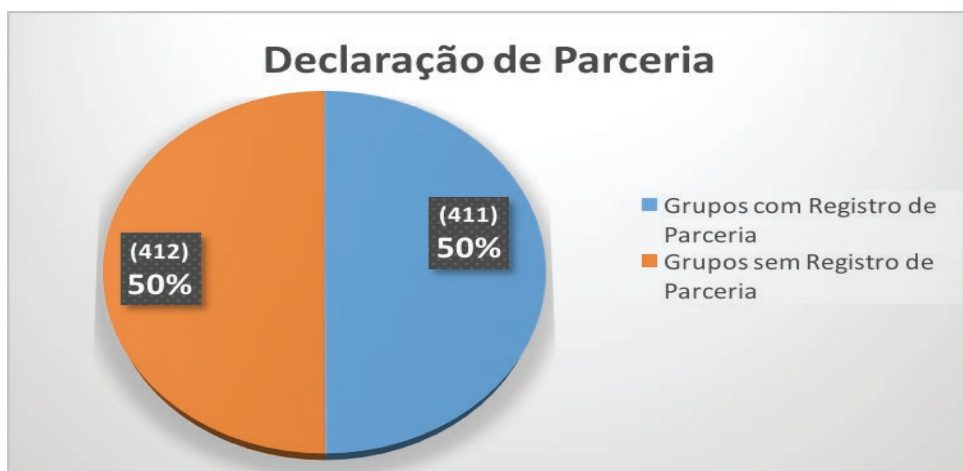
Instituições	Nº de GP
Universidade de São Paulo	36
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	36
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	31
Universidade Federal do Rio de Janeiro	25
Universidade Federal de Pernambuco	24
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	23
Universidade Federal de Santa Catarina	21
Universidade Estadual de Campinas	19
Universidade Federal de Minas Gerais	17
Universidade Federal do Pará	16
Universidade Federal de Itajubá	15
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	14
Universidade Federal Fluminense	14
Comissão Nacional de Energia Nuclear	13
Instituto Federal de Santa Catarina	13
Institutos LACTEC	12
Universidade de Brasília	12
Universidade Federal da Bahia	12
Universidade Federal do Paraná	12
Universidade Federal da Paraíba	11

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

Com frequência, os grupos de pesquisa estabelecem parcerias com outras instituições. De acordo com o glossário do DGP, instituição parceira “é a instituição com a qual o grupo informa possuir algum tipo de relacionamento”, podendo ser outros grupos de pesquisa, empresas do setor produtivo ou entidades jurídicas de outra natureza, públicas ou privadas.

A análise das parcerias dos grupos de pesquisa é chave para se entender as interações com o setor produtivo e governamental. Os dados do DGP mostram que metade dos grupos tem registro de parceria com outras instituições e este percentual indica uma oportunidade de aperfeiçoamento para a criação de um número maior de vínculos de cooperação.

Gráfico 3: Declaração de parceria dos GP



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2018).

A relação de parcerias entre instituições é definida pelo DGP “como qualquer tipo de parceria entre uma instituição X com uma instituição Y”. Deste modo, 411 grupos com parcerias possuem 1.217 relações e o ranking das 20 instituições nacionais com o maior número de relações de parcerias é apresentado na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Ranking com as 20 instituições nacionais com o maior número de relações de parcerias

Parceiros Nacionais	Frequência de Parceiros Nacionais	UF
Petróleo Brasileiro	19	RJ
Centrais Elétricas do Norte do Brasil	16	DF
Companhia Energética do Estado de Pernambuco	14	PE
Universidade de São Paulo	11	SP

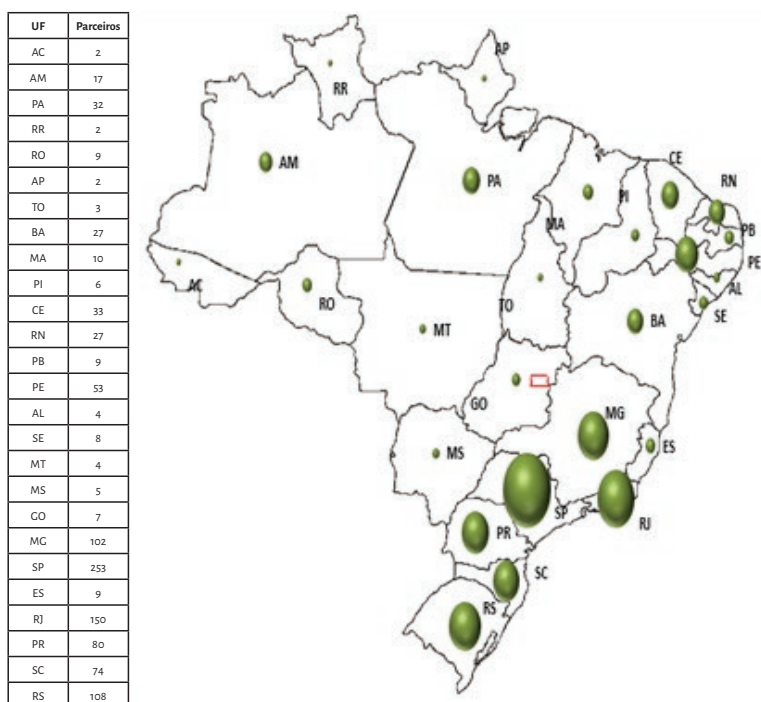
Tabela 2: Continuação

Parceiros Nacionais	Frequência de Parceiros Nacionais	UF
Universidade Federal do Rio de Janeiro	11	RJ
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	10	PE
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	10	SP
Cemig Geração e Transmissão	9	MG
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica	9	RJ
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	8	DF
Financiadora de Estudos e Projetos	8	RJ
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	8	RS
Universidade Estadual de Campinas	7	SP
Universidade Federal de Santa Catarina	7	SC
Centrais Elétricas do Pará	6	PA
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	6	DF
Copel Geração e Transmissão	6	PR
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP	6	SP
Fundação Parque Tecnológico Itaipu - Brasil	6	PR
Universidade Federal do Paraná	6	PR
CEMIG Distribuidora	5	MG
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Mello	5	RJ
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	5	BA
CPFL Energia	5	SP
Rio Grande Energia	5	RS
Universidade Federal da Bahia	5	BA
Universidade Federal da Paraíba	5	PB
Universidade Federal de Pernambuco	5	PE

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2018).

Mediante a análise regional dos dados de parcerias, apresentados na Tabela 3, nota-se, novamente, uma concentração nas regiões Sul e Sudeste, com 69,9% das instituições parceiras.

Gráfico 4: Relações de parceria dos GP com instituições por estado



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

Tabela 3: Distribuição de parceiros dos GP por Região

Regiões dos Parceiros	Frequência	%
Sul	262	23,27
Sudeste	516	45,83
Centro-oeste	85	7,55
Norte	67	5,95
Nordeste	196	17,41
Total	1.126	100

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

As parcerias internacionais abrem janelas de oportunidade para o Brasil. Os países com maior número de relações com os grupos de pesquisa no Setor Elétrico Brasileiro são os Estados Unidos, com 18 parcerias, Portugal, com 12, Espanha e Inglaterra, com 9 cada, França, com 8, e Alemanha, com 7.

A Tabela 4 identifica as instituições brasileiras que possuem grupos de pesquisa na área de energia elétrica com parcerias internacionais. Novamente, a maioria destas instituições está localizada nas regiões Sul e Sudeste do país.

Tabela 4: Instituições brasileiras que estabeleceram parcerias internacionais

Instituição	Sigla da Instituição	UF
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	RS
Comissão Nacional de Energia Nuclear	CNEN	SP
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	MG
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	PR
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	PUCRS	RS
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	UERJ	RJ
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	PR
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	RJ
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP	SP
Instituto Tecnológico de Aeronáutica	ITA	SP
Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	SP
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP	SP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS
Universidade Estadual do Centro-Oeste	UNICENTRO	PR
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	PE
Universidade de São Paulo	USP	SP
Universidade de São Paulo	USP	SP
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP	SP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS

Instituição	Sigla da Instituição	UF
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	MG
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS
Instituto Federal do Ceará	Reitoria	CE
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	PE
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	PE
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	MG
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	CEFET/MG	MG
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP	SP
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	RJ
Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	SP
Universidade de São Paulo	USP	SP
Universidade de São Paulo	USP	SP
Universidade Federal da Paraíba	UFPB	PB

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

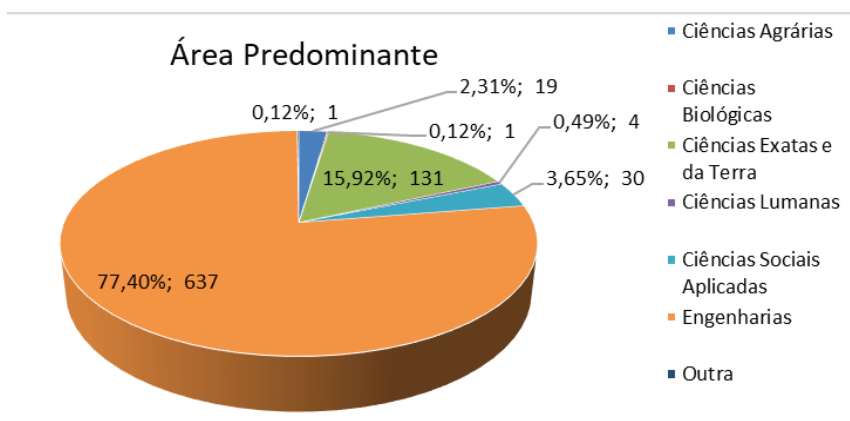
4.2.3 - GRANDE ÁREA COGNITIVA DOS GRUPOS DE PESQUISAS

De acordo com o Glossário do DGP, a sua área predominante “é a área do conhecimento que mais se aproxima das atividades de pesquisa do grupo, dentre as existentes na classificação de áreas do conhecimento utilizada pelo CNPq”⁴. As grandes áreas cognitivas são: Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências da Saúde, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Engenharias, Linguística, Letras e Artes e Tecnologias.

O Gráfico 5, abaixo, revela que as áreas que aparecem em maior proporção são Engenharias e Ciências Exatas e da Terra, representando 93,3% dos grupos de pesquisa.

4 Essa classificação permite a organização e a sistematização dos dados para a elaboração de estatísticas e indicadores sobre as atividades de pesquisa no país. No Formulário Grupo, há outras informações que ajudam a retratar ou indicar a multidisciplinariedade ou a interdisciplinariedade das atividades do grupo, como as linhas de pesquisa, às quais podem ser associadas até três áreas do conhecimento e inseridas subáreas e especialidades não existentes na tabela. Sendo uma adjetivação sistematizada, ela permite uma caracterização mais segura para a elaboração de estatísticas sobre as atividades dos grupos de pesquisa brasileiros.

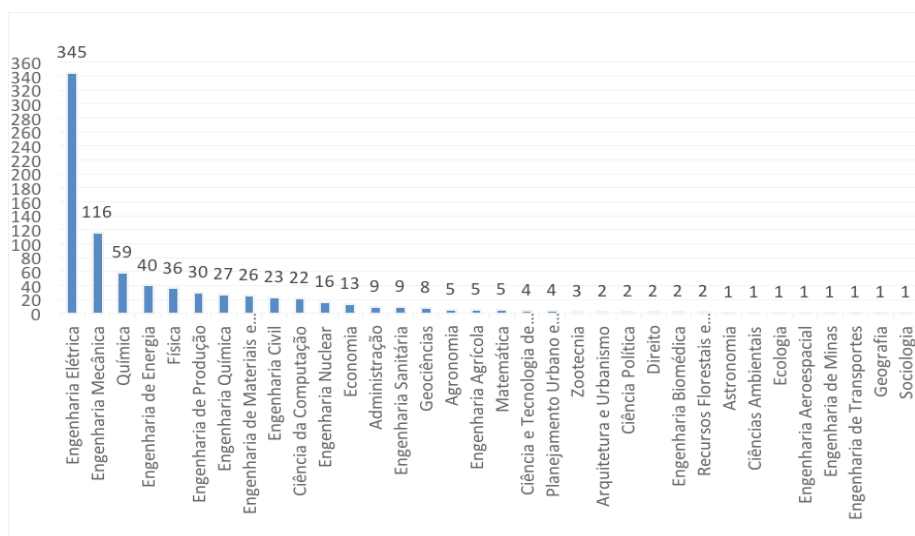
Gráfico 5: Frequência de GP do DGP por grande área cognitiva



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

O Gráfico 6 apresenta as áreas de concentração, com destaque para Engenharia Elétrica, com 345 grupos de pesquisa, Engenharia Mecânica, com 116, Química, com 59, Engenharia de Energia, com 40, e Física, com 36. Sendo assim, dentro das 34 subáreas, somente os grupos de pesquisa cadastrados em Engenharia Elétrica e em Engenharia Mecânica representam 21,2% de todos os grupos de Engenharia Elétrica registrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

Gráfico 6: Frequência de GP do DGP por disciplinas de conhecimento



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017).

4.2.4 - RECURSOS HUMANOS DOS GRUPOS DE PESQUISA

A Tabela 5, a seguir, apresenta algumas características dos grupos de pesquisa e, ao se analisar o seu tamanho, percebe-se que 75% possuem entre um e 20 membros, sendo estes divididos de acordo com o seu grau de formação acadêmica⁵.

Tabela 5: Frequência do número de pesquisadores por GP

Número mínimo de pesquisadores por grupo	Número máximo de pesquisadores por grupo	Frequência	%
101	≥110	2	0,2
91	100	2	0,2
81	90	0	0,0
71	80	3	0,3
61	70	6	0,7
51	60	9	1,0
41	50	19	2,3
31	40	36	4,3
21	30	128	15,5
11	20	338	41,0
1	10	280	34,0
Total		823	100

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2017)

Os dados do DGP também apontam que 54% dos membros nacionais possuem Doutorado, 19% possuem Mestrado e 2% são especialistas, enquanto que 24% são graduados.

Em relação à presença de pesquisadores internacionais, trata-se de uma porcentagem bastante baixa e apenas 1% dos pesquisadores totais são estrangeiros. Neste grupo, 91% são doutores, 4% são mestres e 4,2% são graduados.

Destaca-se que a análise dos dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq provou ser de grande importância para o estudo do comportamento geral de pesquisa e desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro.

⁵ Os membros dos grupos de pesquisa são classificados como pesquisadores (nacionais e estrangeiros), estudantes e técnicos.

4.3. REDES DE INTERAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS E TECNOLOGIAS

Para compreender os processos de interações entre a estrutura científica brasileira e a estrutura produtiva no Setor Elétrico Brasileiro, é preciso analisar as formas de colaboração de uma ampla gama de projetos de pesquisa no setor. Para isso, esta seção analisa as redes de interações entre pesquisadores de projetos de pesquisa, a partir dos dados dos *Curriculum Lattes* dos pesquisadores líderes de GP e dos pesquisadores nas unidades executoras dos projetos da ANEEL. Este recorte permite uma visão mais ampla e integral das capacidades do setor e das interações entre universidades e diferentes tipos de empresa.

4.3.1 - SOBRE O BANCO DE DADOS DE PROJETOS DE PESQUISA NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Esta análise utilizou a base de dados de projetos de pesquisa no setor elétrico, que contém informações de 5.725 pesquisadores em todo o território nacional, responsáveis por 12.717 projetos, segundo informações de seus *Curriculum Lattes*⁶. Assim, este banco de dados foi criado a partir dos projetos de pesquisa contidos nos *Curriculum Lattes* dos:

- i. Líderes de grupos de pesquisa no CNPq sobre o setor de energia elétrica, no período de 2008 a 2015; e
- ii. Pesquisadores que participaram de projetos de P&D da ANEEL, no período de 2008 a 2015.

Destaca-se que este grupo de pesquisadores será nomeado como “*Pesquisadores do SEB*”.

A evolução temporal da quantidade de projetos, no período de 2008 a 2015, apresentada no Gráfico 7, mostra uma expansão a partir de 2009, mas com três quedas, em 2011, 2014 e 2015. Nota-se que a menor quantidade de projeto ocorreu em 2015.

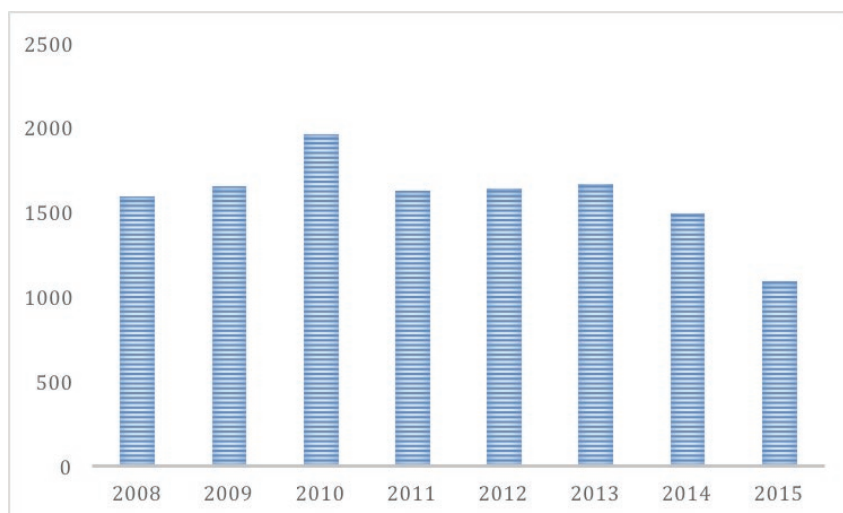
⁶ A criação desta base de dados é explicada com mais detalhes no apêndice metodológico.

Tabela 6: Distribuição dos projetos de pesquisa com participação dos Pesquisadores do SEB

Ano de início	Frequência simples	Porcentagem	Taxa de crescimento em relação a 2008
2008	1.595	12,5	-
2009	1.650	13,0	0,55
2010	1.962	15,4	3,12
2011	1.623	12,8	-3,39
2012	1.637	12,9	0,14
2013	1.666	13,1	0,29
2014	1.490	11,7	-1,76
2015	1.093	8,6	-3,97
Total Geral	1.2716	100	

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Gráfico 7: Distribuição dos projetos de pesquisa segundo ano de início



Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Ao analisar a distribuição dos pesquisadores no banco de dados, percebe-se que apenas 197 dos 1.336 líderes de GP participaram dos projetos de P&D da ANEEL, no

período 2008-2015. Portanto, o Programa de P&D da ANEEL alcançou menos de 4% dos líderes de grupos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro, demonstrando uma subutilização das capacidades de liderança científica do país pelo Programa.

Tabela 7: Participação dos Pesquisadores do SEB no Programa de P&D da ANEEL (2008-2015)

	Total	%
Pesquisadores no Programa de P&D da ANEEL, sem a inclusão dos líderes	4.389	76,6
Pesquisadores Líderes de GP e do Programa de P&D da ANEEL	197	3,6
Pesquisadores Líderes de GP sem participação no Programa de P&D da ANEEL	1.139	19,8
Total de Pesquisadores no Programa de P&D ANEEL	5.725	100

Fonte: Elaboração própria, a partir das informações do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq e do banco de dados da ANEEL (2008-2015).

4.3.2 - REDES DE INTERAÇÕES TERRITORIAIS EM PROJETOS DE PESQUISA EM ENERGIA ELÉTRICA

Historicamente, no Brasil, as capacidades e a infraestrutura para CTI têm se concentrado nas regiões Sudeste e Sul, em detrimento das regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste⁷. Nota-se que, durante o período analisado, ocorreram iniciativas voltadas à promoção da descentralização das capacidades e da infraestrutura de CTI em direção a estas três regiões.

A Estratégia Nacional de CTI reconhece como objetivo explícito a superação das desigualdades regionais e assinala os esforços realizados para a desconcentração dos programas de pós-graduação, o fortalecimento dos centros de pesquisa e a redistribuição de recursos orçamentários também nestas três regiões. O marco legal de criação do Programa de P&D da ANEEL, instituído no ano 2000⁸, orienta a alocação dos recursos dos Fundos Setoriais do MCTI, estabelecendo que um mínimo de 30% deve ser destinado às regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

⁷ Disponível em <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-regiao1>>

⁸ Art. 5º, II da Lei nº 9.991/2000.

Na área de energia elétrica, a análise da distribuição regional dos grupos de pesquisa evidenciou a forte concentração das capacitações de CTI nas regiões Sul e Sudeste. Perante esta heterogeneidade, a ANEEL adotou medidas que estimulassem a participação das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste em seu Programa de P&D e é importante a compreensão de como estas medidas afetaram o desenvolvimento e o rumo dos avanços científicos no Setor Elétrico Brasileiro. Nota-se que estas três regiões possuem historicamente uma menor concentração de indústrias e empresas e, como já mencionado, a regionalidade, ou seja, a proximidade geográfica entre as empresas e os grupos de pesquisa das universidades, exerce um papel importante no desenvolvimento de interações entre ambos.

Neste sentido, esta seção apresenta as redes de interação territorial como forma de compreender a distribuição regional das interações institucionais no setor de energia elétrica no Brasil. Estas redes revelam de que forma os Pesquisadores do SEB de diferentes regiões estão interagindo com base na participação conjunta em projetos de pesquisa. Este indicador é essencial para mostrar, não apenas a dinâmica da produção de conhecimento, como também a potencialidade do sistema para atender demandas sediadas em diferentes regiões do país e compartilhar capacidades e equipamentos entre as regiões.

Procura-se, primeiro, avaliar a evolução das interações territoriais entre instituições, segundo as cinco grandes regiões do país. A análise foi dividida em dois períodos, de 2008 a 2011 e de 2012 a 2015, como forma de compreender os impactos das medidas de descentralização da ANEEL adotadas em 2012.

Os diagramas 1 e 2, abaixo, apresentam as redes de interação no território nacional nos dois períodos de análise. Os nós da rede representam as Unidades Federativas onde estão sediados os pesquisadores, enquanto que as arestas (ou links) se estabelecem quando estes têm algum projeto de pesquisa conjunto. Em seguida, são apresentadas as métricas e a interpretação de cada rede.

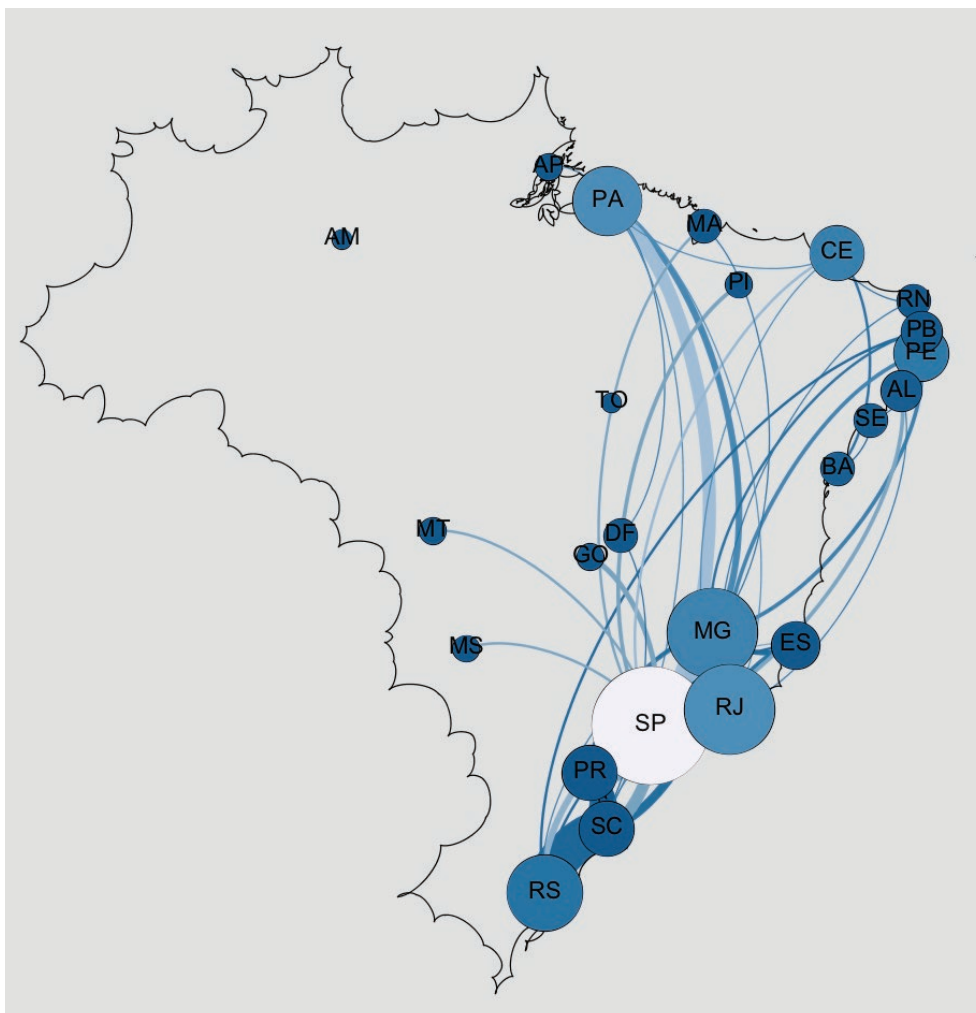
A partir dos dois diagramas, pode-se observar que:

- i. Nos dois períodos, as redes possuem projetos sediados em 24 Unidades da Federação. Os estados que não aparecem no mapa não possuem pesquisadores na base de dados avaliada. Já os estados que possuem os nós, mas que não estão conectados, possuem pesquisadores que não interagem ou interagem apenas dentro do próprio estado.
- ii. No período 2008 a 2011, Rondônia, Roraima e Acre ficaram fora da rede territorial, ou seja, a partir da base de dados de Pesquisadores do SEB não se

identificou pesquisadores em energia elétrica nestes estados. Já no período de 2011 a 2015, o mesmo acontece com Tocantins, Roraima e Acre. Merece atenção os estados Acre e Roraima, uma vez que, durante todo o período de análise (2008 a 2015), não foram identificados pesquisadores cadastrados nestes estados. Já Rondônia, que no primeiro momento está fora do mapa, a partir de 2012, possui pesquisadores que fazem interação com pesquisadores de Santa Catarina. O inverso acontece em Tocantins, que no primeiro momento possuía pesquisadores que interagiam com pesquisadores do Maranhão e de São Paulo, mas, no segundo momento, deixa de apresentar pesquisadores cadastrados.

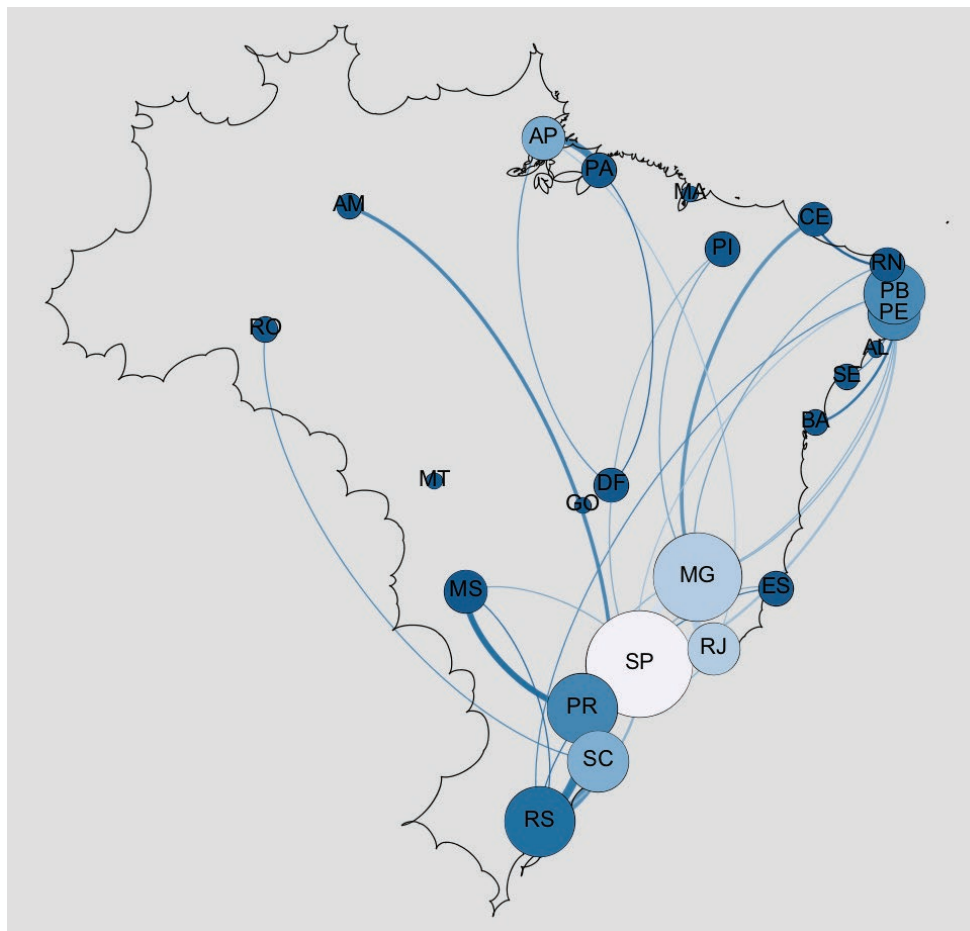
- iii. O estado do Amazonas aparece no mapa nos dois períodos, mas no primeiro não estabelece interação com pesquisadores de outros estados. Já no segundo momento, interage com pesquisadores de Goiás. Os estados do Mato Grosso e Maranhão, por sua vez, possuíam pesquisadores que interagiam com pesquisadores de outros estados, no primeiro período, mas no segundo período se encontram mais isolados, sem estabelecer projetos de pesquisa conjuntos com pesquisadores de outra UF.
- iv. O grau dos nós indica a quantidade de interações diretas com outros nós. Neste caso, o grau de cada UF revela a quantidade de interação que seus pesquisadores possuem com pesquisadores de diferentes estados. Por exemplo, se os pesquisadores do Rio de Janeiro interagem com pesquisadores de outros dez estados, seu grau é dez.
- v. As cores representam a centralidade de intermediação, definida como a quantidade de vezes que o nó é intermediário de outros nós. Assim, pode ser interpretada como um indicador de “poder de intermediação” na rede, isto é, de possibilidade de controlar a rede. As cores mais claras mostram uma maior centralidade de intermediação, enquanto que as cores mais escuras mostram uma menor centralidade de intermediação.

Diagrama 1: Redes de interações territoriais em projetos
de pesquisa em energia elétrica (2008-2011)



Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Diagrama 2: Redes de interações territoriais em projetos de pesquisa em energia elétrica (2012-2015)



Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

As redes territoriais, em ambos os períodos, revelam não apenas uma centralização dos projetos de pesquisa nas regiões Sul e Sudeste, mas também uma grande concentração das interações entre pesquisadores dos estados que compõem estas regiões. Também pode-se observar que a quantidade de interações decresceu ao longo do tempo, como é mostrado pela Tabela 8, abaixo, através da redução de número de arestas.

Além da quantidade de nós e da quantidade de arestas, a Tabela 8 apresenta outros indicadores essenciais para analisar as redes territoriais. O primeiro é o grau médio da rede, que indica a média de conexões que seus nós possuem. Esta métrica é utilizada como uma medida de coesão da rede e depende da quantidade de

nós que a rede possui. A média de interações em cada estado não supera as quatro interações, no primeiro período, e não alcança três interações, no segundo. Deste modo, pode-se interpretar que, entre 2008 e 2011, os pesquisadores do setor elétrico faziam, em média, projetos conjuntos com pesquisadores de outros quatro estados e que esta média cai para aproximadamente três, no período 2012 a 2015⁹. Nota-se, portanto, que o grau médio da rede é baixo nos dois períodos e ainda apresenta uma queda de um período ao outro.

Tabela 8: Topologia das redes de interações territoriais em projetos de pesquisa

Métricas	2008-2011	2012-2015
Quantidade de nós	24	24
Quantidade de arestas	47	35
Grau médio	3,917	2,917
Grau médio ponderado	18,8	9,833
Diâmetro da rede	4	5
Densidade da rede	0,17	0,127
Modularidade	0,228	0,28

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Em geral, o grau médio ponderado da rede considera se existem conexões e o peso da intensidade da conexão. Neste caso, o grau médio ponderado considera a quantidade de projetos de pesquisa conjuntos que os pesquisadores possuem. No primeiro período, o grau médio ponderado é de 18,8 e, no segundo, de 9,8. Esta métrica indica que os pesquisadores do setor elétrico tinham, de 2008 a 2011, uma média de 18,8 projetos de pesquisa em conjunto com pesquisadores de outros estados, o que é bastante elevado. No segundo período, mesmo com forte queda, o grau médio ponderado ainda se mantém em quase dez, o que significa uma média de dez projetos de pesquisa em conjunto com pesquisadores de outros estados.

Conclui-se que, embora as conexões sejam poucas, estas são relativamente intensas. Provavelmente, isto indica que estes pesquisadores possuem parceiros de pesquisa fixos, ou seja, desenvolvem um elevado número de pesquisas com os mesmos pesquisadores ou pelo menos com a mesma instituição. O desafio, neste caso, não seria necessariamente aumentar a quantidade de projetos de pesquisa

⁹ Mais precisamente, o grau médio de 2008 a 2011 é de 3,9 e do período 2012 a 2015 é de 2,9.

conjuntos, mas sim ampliar a diversificação, incluindo pesquisadores de estados que estão fora desta rede de interação.

O diâmetro também é uma métrica importante, pois mostra o caminho mais longo de interações da rede. A comparação dos períodos mostra que o diâmetro da rede cresce de quatro, no primeiro período, para 5, no segundo. Ou seja, é possível afirmar que a rede está mais espalhada e que o caminha ao longo de interações tenha se ampliado no último período, o que não é considerado positivo em termos de fluxo de informação e, normalmente, está associado a redes pouco eficientes. Além do aumento do diâmetro, tem-se uma redução da quantidade de interação, representado pela quantidade de arestas nas redes. Assim, ao comparar ambos os períodos, verifica-se uma rede mais espalhada e que interage menos.

Outra dimensão que deve ser considerada é a densidade da rede, que é a medida de coesão da rede e indica quão conectado estão seus integrantes. A densidade é simplesmente o número de links na rede expresso como a proporção de todos os links possíveis. Em uma rede não direcionada, o número possível de conexões é $n(n-1)/2$, onde n é o número de nós, e a densidade varia entre 0 e 1. Esta métrica pode ser interpretada como a probabilidade de que as conexões existam entre qualquer par de nós aleatoriamente. Observa-se, na Tabela 8, acima, que a densidade é de 0,17, no primeiro período, e 0,12 no segundo. Estes valores sinalizam que há, no setor elétrico, uma forte fragmentação nas interações em projetos de pesquisa no território nacional.

Por último, para entender a dinâmica de interações territoriais, é importante observar se existem subgrupos de interações que se diferenciam entre si. Na análise de redes sociais, a identificação de grupos tem uma tradição ampla e possui várias métricas que ajudam em sua identificação. Neste caso, as comunidades da rede são identificadas em função de sua modularidade (NEWMAN, 2006), definida como a fração das arestas que caem dentro de um grupo, menos o valor esperado que esta fração teria se os enlaces fossem distribuídos ao azar. A modularidade varia entre -1 e 1, sendo que valores perto de 1 indicam uma alta modularidade.

As redes com uma alta modularidade (1) possuem conexões sólidas entre os nós que conformam uma comunidade e fracas entre os nós em diferentes comunidades. Isto significa que algo diferente, por exemplo, maiores níveis de interação ou de troca de informação, dentre outros, está acontecendo entre certos grupos em comparação a outros. No caso da rede analisada, observa-se uma modularidade relativamente baixa, de 0,228 e 0,28, no primeiro e no segundo período, respectivamente.

A fim de compreender os padrões de interação, a Tabela 9 foi elaborada, detalhando o grau e a centralidade de intermediação dos pesquisadores de cada estado. Como já mencionado, o grau é uma medida de relações efetivas dentro da rede e

revela o quão central é o estado na rede. Neste sentido, São Paulo é o estado que centraliza a maior quantidade de interações em projetos de pesquisa com outras UF, além de ter uma maior centralidade de grau em todos os períodos.

Nos diferentes períodos, algumas UF também se destacam com grau elevado. No primeiro período, é o caso de Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande Sul, nas regiões Sudeste e Sul, e Pará, no Norte. No segundo período, destacam-se Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, nas regiões Sudeste e Sul, e Paraíba, no Nordeste.

Ademais, ao analisar a centralidade de intermediação como um indicador de influência nas redes, constata-se, novamente, a maior influência dos pesquisadores nas regiões Sudeste e Sul. Chama a atenção o fato de o Pará, que inicia o período com um importante papel como intermediador da rede, no segundo período perde relevância. O contrário acontece com o Amapá, que passa de uma participação muito marginal na rede a ter um papel maior como intermediador.

Tabela 9: Ranking das UF segundo grau e centralidade de intermediação

2008 - 2015	Grau	Centralidade de intermediação	2012 - 2015	Grau	Centralidade de intermediação
SP	14	94.3	SP	10	63.6
RJ	10	31.8	MG	8	48.1
MG	10	25.6	RS	6	9.1
RS	8	16.0	PR	6	18
PA	7	31.6	SC	5	35
PR	5	0.29	PB	5	20
SC	5	0.29	RJ	4	48
CE	5	23.6	PE	4	18
PE	5	19.4	AP	3	34
ES	4	0.29	MS	3	0
PB	3	1.45	CE	2	0
AL	3	2.9	DF	2	0
BA	2	3.6	PI	2	0
SE	2	2.5	PA	2	0
DF	2	0	ES	2	0
RN	2	0	RN	2	0

Tabela 9: Continuação

2008 - 2015	Grau	Centralidade de intermediação	2012 - 2015	Grau	Centralidade de intermediação
MA	2	o	BA	1	o
GO	1	o	RO	1	o
MS	1	o	SE	1	o
PI	1	o	AM	1	o
MT	1	o	MT	o	o
AP	1	o	GO	o	o
AM	o	o	MA	o	o
TO	o	o	AL	o	o

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

4.3.3 - REDES DE INTERAÇÕES INSTITUCIONAIS EM PROJETOS DE PESQUISA NO SEB

Os projetos de pesquisa envolvem a interação de uma grande variedade de atores, dentro e fora do campo científico, e apresentam papéis variados em termos de gerar, adaptar, aplicar ou difundir conhecimentos. Dentro do campo científico, as interações acontecem, comumente, entre pesquisadores, estudantes, técnicos, funcionários ou administrativos de instituições e organizações de CTI, por exemplo. Fora do campo científico, os projetos de pesquisa podem envolver a participação de políticos, membros de organizações, movimentos sociais, empresas, entre muitas outras opções. Como já foi argumentado, através de uma visão sistêmica ampla, é interessante contemplar interações entre todos os atores envolvidos nestes diferentes subsistemas, especialmente porque a chave para viabilizar processos de inovação está nas interações entre estes agentes diversos.

Conhecer quais são as organizações envolvidas na produção de conhecimento e quão diversas ou homogêneas são, em termos de dialogar com tipos de atores com demandas e interesse diferentes, é igualmente relevante para compreender os processos de inovação e sua difusão. Neste sentido, para entender como são as dinâmicas de produção de conhecimento no setor elétrico, serão examinadas, a seguir, quais são as organizações participantes e suas interações.

De uma maneira geral, as análises apontaram que as redes de interações institucionais de colaboração em projetos de pesquisa em energia elétrica caracterizam-se como redes fortemente centralizadas por algumas instituições e com uma periferia de pesquisadores em instituições com escassas conexões com a rede global. A Tabela 10, abaixo, apresenta as métricas de topologia, indicando quais são as redes que envolvem um número importante de instituições. No período inicial da avaliação, entre 2008 e 2011, pesquisadores em mais de 250 instituições diferentes interagiram em projetos de pesquisa conjuntos. Já para o segundo período, o número de organizações participante decresce para 199.

Os baixos valores do grau médio da rede indicam, em ambos períodos, que se tratam de redes pouco integradas. Esta interpretação é confirmada em cada período pela baixa densidade, que no primeiro período é de 0,015 e no segundo período de 0,011¹⁰.

Como já explicado, o diâmetro da rede é a maior distância entre qualquer par de vértices. Assim, o diâmetro do primeiro período é 13, o que significa que um pesquisador em qualquer instituição da rede tem que percorrer outras 13 instituições diferentes para conseguir interagir com a instituição mais distante. Este número cai para oito, no segundo período. Destaca-se que, em ambos os períodos, os valores verificados são considerados altos, logo as redes são pouco eficientes na promoção de interação e em termos de fluxo de informação.

Tabela 10: Topologia das redes de interações institucionais do Setor Elétrico Brasileiro

Métricas	2008 - 2011	2012 - 2015
Quantidade de nós	258	199
Quantidade de arestas	343	226
Grau médio	2,66	2,27
Grau médio ponderado	5,39	3,54
Diâmetro da rede	13	9
Densidade da rede	0,015	0,011
Modularidade	0,717	0,737

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

¹⁰ A densidade é uma métrica que deve ser utilizada com cuidado na hora de comparar redes de tamanhos muito diferentes, dado que seu cálculo é dependente da quantidade de nós da rede. Por isto, neste caso, tal métrica foi utilizada de forma complementar ao grau médio da rede. Adicionalmente, a densidade é usada apenas para confirmar a falta de integração da rede já apontada pelo grau médio.

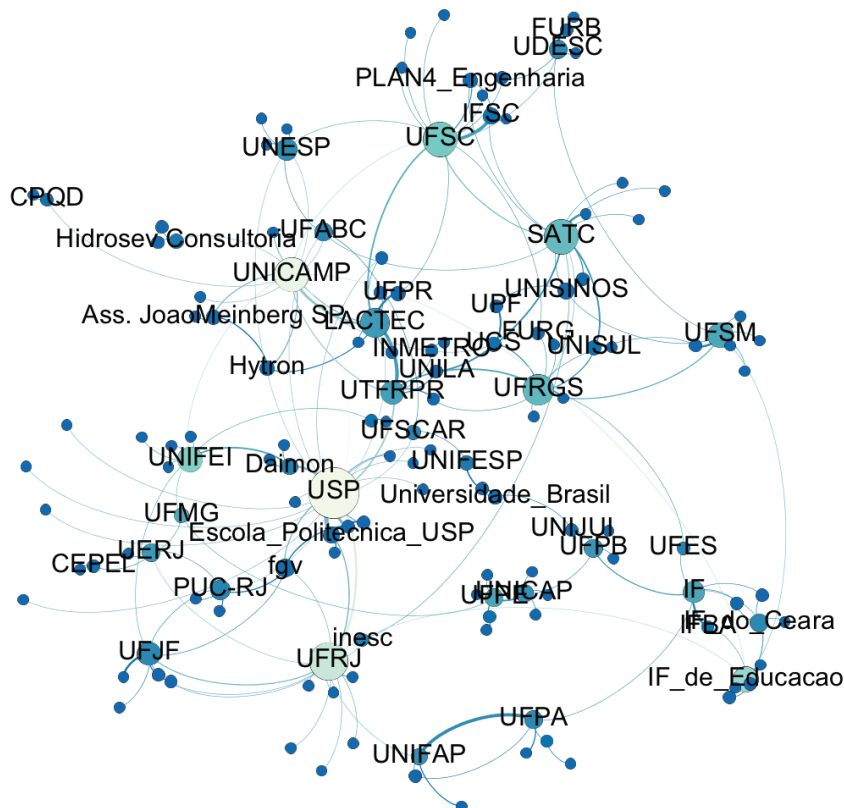
Nota-se que os valores de modularidade se mostram altos nos dois períodos, indicando que a rede está composta por sub-redes (ou comunidades) onde existe uma forte interação entre os membros internos e uma fraca interação com os membros externos. Ao observar a visualização da rede e as métricas individuais, pode-se identificar quais são as instituições que centralizam as interações em projetos de pesquisa no setor. Neste sentido, os Diagramas 3 e 4 apresentam grupo maior de nós conectados das redes.

As métricas individuais mostram a importância das universidades públicas, seguidas de centros de pesquisa privados e algumas universidades privadas. Conforme apresentado na Tabela 11, observa-se que, no primeiro período, as cinco instituições com maior centralidade de grau são: USP, UNICAMP, UFSC, LACTEC, UNIFEI, UFRGS e UFRJ. Tratam-se de instituições de pesquisa sediadas nas regiões Sudeste e Sul, onde a única que não é uma universidade públicas é o instituto LACTEC. Já para o segundo período, as cinco instituições com maior centralidade de grau são: USP, UFRJ, UNICAMP, UFSC, SATC e UFRGS. Destaca-se o avanço dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologias em termos de importância na rede de interações.

Tabela 11: Ranking das instituições com maior grau médio nos projetos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro

2008 - 2011			2012 - 2015		
Tipo		Grau	Tipo		Grau
USP	1. Universidade Pública	26	USP	1. Universidade Pública	23
UNICAMP	1. Universidade Pública	23	UFRJ	1. Universidade Pública	16
UFSC	1. Universidade Pública	21	UNI-CAMP	1. Universidade Pública	14
LACTEC	5. Centro de CTI Privado	20	UFSC	1. Universidade Pública	14
UNIFEI	1. Universidade Pública	16	SATC	2. Universidade Privada	14
UFRGS	1. Universidade Pública	16	UFRGS	1. Universidade Pública	12
UFRJ	1. Universidade Pública	15	LACTEC	5. Centro de CTI Privado	11
UFPA	1. Universidade Pública	14	IF de Educação	3. Instituto Federal	9

Diagrama 4: Redes de interações institucionais em projetos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro (2011 - 2015)



Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

4.3.4 - REDES DE INTERAÇÕES COGNITIVAS

As redes de interações cognitivas mostram as conexões existentes entre diferentes áreas de conhecimento nos projetos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro. Estas redes ajudam a entender, por exemplo, qual é a composição da produção de conhecimento na área em termos de projetos disciplinares ou multidisciplinares. Os nós das redes são as disciplinas principais dos pesquisadores e as arestas a participação conjunta em projetos de pesquisa.

As métricas de topologia da rede mostram que são redes onde participam uma grande variedade de disciplinas do conhecimento de forma estável nos períodos.

A Tabela 12 apresenta as principais observações, quais sejam:

- i. A presença de pesquisadores, no primeiro período, em 50 disciplinas diferentes e, no segundo período, em 51.
- ii. O grau médio mostra que os pesquisadores de redes interagiram com outros 5,3 pesquisadores de disciplinas diferentes, no primeiro período, e 4,6, no segundo período.
- iii. O grau ponderado mostra que a intensidade das interações se reduz para o segundo período, passando de 25,6 para 19.
- iv. As métricas de densidade da rede demonstram que são redes de baixa densidade, ou seja, que as diversas conexões possíveis entre as disciplinas ainda não estão acontecendo. Assim, a densidade da rede, no primeiro período, é de 0,104 e de 0,093, no segundo.
- v. O diâmetro da rede se mantém constante em cinco nos dois períodos, logo os fluxos de comunicação entre pesquisadores de diferentes disciplinas podem ser mais eficientes nas redes.

Tabela 12: Topologia das redes de interações cognitivas

Métricas	2008-2011	2012-2015
Quantidade de nós	50	51
Quantidade de Arestas	154	119
Grau médio	5.636	4.667
Grau médio ponderado	25.6	19.098
Diâmetro da rede	5	5
Densidade da rede	0.104	0.093
Modularidade	0.239	0.221

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Segundo as informações das Tabelas 13 e 14, é possível perceber que, no primeiro período, as dez disciplinas com maior centralidade de intermediação¹¹ de grau são: Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Ciência da Computação, Engenharia de Produção, Química, Engenharia Química, Ciências Ambientais, Engenharia Civil, Engenharia Sanitária e Geociências. No segundo período, as disciplinas de maior centralidade são praticamente as mesmas, com pequenas variações: Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Química, Ciência da Computação, Engenharia de Produção, Geociências, Engenharia de Energia, Engenharia de Materiais e Metalúrgica e Ciências Ambientais.

A análise de modularidades, ou seja, da conformação de grupos ou agrupamentos de disciplinas, mostra valores relativamente altos, uma vez que certas disciplinas estão conformando grupos de maior interação entre elas. Nos Diagramas 5 e 6 das redes, as cores mostram a conformação de comunidades em cada período e as Tabelas 13 e 14 detalham as disciplinas que estão compondo cada comunidade, seu grau e centralidade de intermediação.

A partir da análise das redes de interações cognitivas abaixo, pode-se observar que os projetos de pesquisa na área de energia elétrica centralizam as conexões da rede e apresentam conexões com diversas áreas de conhecimento além daquelas relacionadas às engenharias, como ecologia, geografia e arquitetura e urbanismo.

Entre 2008 e 2011, a área de engenharia elétrica se conectava em maior grau com a engenharia mecânica, engenharia de produção e engenharia de energia. A engenharia nuclear, apesar de ter muitos pontos de complementaridade com as engenharias acima, tem uma centralidade de grau baixa se comparada com a engenharia elétrica. Por último, cabe ressaltar a grande interação entre engenharia elétrica e ciência da computação, que ocorre em razão da construção de softwares para empresas de energia elétrica, muitas vezes necessários para a supervisão e controle de seus sistemas.

Entre 2012 e 2015, as conexões entre as áreas de conhecimento nos projetos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro mudaram, em função da conformação das equipes dos projetos, como se observa no Diagrama 9. A engenharia elétrica manteve interações fortes com a engenharia mecânica, porém reduziu suas interações com a engenharia de produção e engenharia de energia. A largura das arestas, que representa o número de projetos conjuntos entre duas áreas de conhecimento, entre as engenharias mencionadas reduziu em comparação ao período anterior.

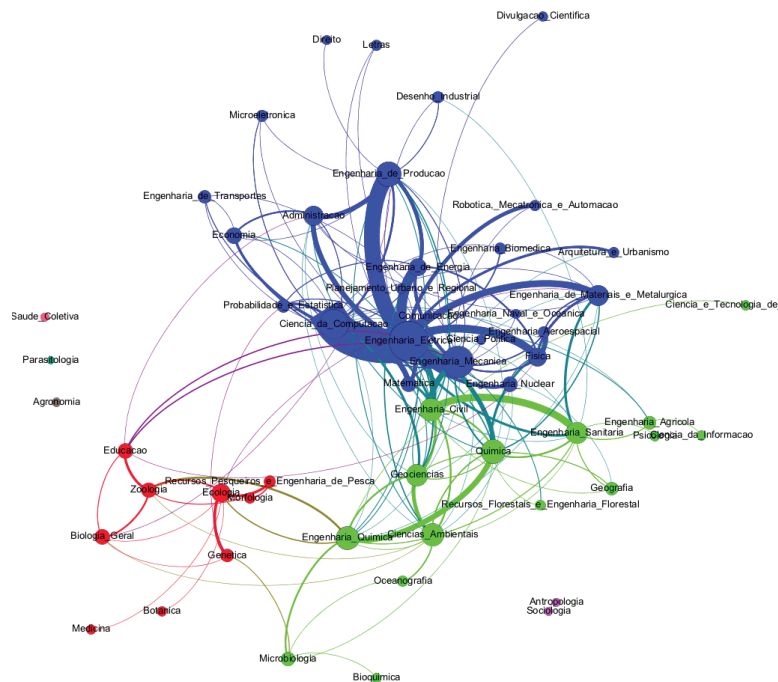
11 A centralidade de intermediação quantifica o número de vezes que um nó age como ponte ao longo do caminho mais curto entre dois outros nós, sendo uma medida para quantificar o controle sobre a comunicação em uma rede.

Nota-se, também, que a engenharia nuclear reduziu a sua centralidade de grau no período de 2012 a 2015.

Entre as interações que se mantiveram no mesmo grau, cabe mencionar, novamente, as interações com a ciência da computação. Por último, destaca-se o crescimento da importância de outras áreas de conhecimento nos projetos de pesquisa do Setor Elétrico Brasileiro. No período de 2012 a 2015, destacam-se as conexões da engenharia elétrica com engenharia de materiais e metalurgia, robótica, engenharia mecatrônica e de automação e matemática.

Em síntese, as redes de interações cognitivas mostram a participação heterogênea de disciplinas dos pesquisadores e são bastante centralizadas nas disciplinas de engenharia, com um peso importante da engenharia elétrica e um papel crescente da engenharia da computação. A evolução no tempo permite observar a emergência de novas áreas de conhecimento, que ganham relevância até o presente momento, como as ciências da informação.

Diagrama 5: Redes de interações cognitivas (2008-2011)



Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Id	Grau	Centralidade de Intermediação	Comunidade
Administração	10	8.228.424	1
Física	9	11.194.261	1
Engenharia de Energia	8	7.682.576	1
Economia	7	1.886.544	1
Engenharia Nuclear	6	7.532.648	1
Matemática	6	1.392.857	1
Probabilidade e Estatística	4	19.662.046	1
Engenharia de Transportes	4	0	1
Engenharia Aeroespacial	3	0.571429	1
Desenho Industrial	3	0.571429	1
Microeletrônica	3	0	1
Engenharia Biomédica	3	0	1
Robótica	2	0.457483	1
Arquitetura e Urbanismo	2	0	1
Letras	2	0	1
Comunicação	1	0	1
Direito	1	0	1
Ciência Política	1	0	1
Divulgação Científica	1	0	1
Planejamento Urbano e Regional	1	0	1
Engenharia Naval e Oceânica	1	0	1
Ecologia	9	16.768.524	2
Zoologia	6	30.985.284	2
Biologia Geral	6	23.629.382	2
Educação	6	20.464.513	2
Genética	4	16.961.722	2
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca	3	143.254	2
Morfologia	2	0	2
Botânica	1	0	2
Medicina	1	0	2

Tabela 13: Continuação

Id	Grau	Centralidade de Intermediação	Comunidade
Química	14	65.020.599	3
Engenharia Química	13	186.907.989	3
Ciências Ambientais	13	81.209.646	3
Engenharia Civil	13	34.523.485	3
Engenharia Sanitária	12	87.164.222	3
Geociências	12	20.776.551	3
Microbiologia	5	59.332.504	3
Geografia	4	1.116.667	3
Engenharia Agrícola	4	48	3
Oceanografia	2	1.009.524	3
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	2	0	3
Bioquímica	1	0	3
Ciência e Tecnologia de Alimentos	1	0	3
Ciência da Informação	1	0	3
Psicologia	1	0	3
Agronomia	0	0	4
Saúde Coletiva	0	0	5
Parasitologia	0	0	6
Sociologia	1	0	7
Antropologia	1	0	7

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

Tabela 14: Modularidade, grau e intermediação nas redes cognitivas (2012-2015)

Id	Grau	Centralidade de Intermediação	Comunidade
Engenharia Elétrica	25	340.489.863	1
Engenharia Mecânica	20	169.974.675	1
Ciência da Computação	11	27.418.074	1

Id	Grau	Centralidade de Intermediação	Comunidade
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	9	13.012.879	1
Física	8	11.641.017	1
Matemática	7	6.491.775	1
Economia	6	16.912.338	1
Ciência da Informação	3	0	1
Educação	3	0	1
Engenharia Nuclear	3	0	1
Engenharia Aeroespacial	2	0	1
Engenharia Biomédica	2	0	1
Arquitetura e Urbanismo	1	0	1
Microeletrônica	1	0	1
Engenharia Agrícola	1	0	1
Robótica	0	0.44697	1
Engenharia de Produção	11	6.855.303	2
Engenharia de Energia	9	90.568.362	2
Administração	7	23.647.619	2
Defesa	2	0	2
Engenharia de Transportes	1	0	2
Divulgação Científica	1	0	2
Sociologia	1	0	2
Engenharia Civil	14	54.856.854	3
Química	12	79.550.902	3
Geociências	10	64.930.808	3
Ciências Ambientais	8	95.671.645	3
Engenharia Química	8	71.838.853	3
Engenharia Sanitária	7	59.403.896	3
Microbiologia	6	7.372.702	3
Probabilidade e Estatística	3	1.2	3
Engenharia Naval e Oceânica	3	0.2	3
Desenho Industrial	3	0	3

Tabela 14: Continuação

Id	Grau	Centralidade de Intermediação	Comunidade
Planejamento Urbano e Regional	2	0.333333	3
Agronomia	2	0.333333	3
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	2	0	3
Serviço Social	1	0	3
Ecologia	6	112.615.693	4
Oceanografia	3	44.242.857	4
Zoologia	3	23.468.506	4
Biologia Geral	2	4.5	4
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca	2	6.416.667	4
Genética	1	0	4
Botânica	1	0	4
Morfologia	1	0	4
Psicologia	0	0	5
Saúde Coletiva	1	0	6
Parasitologia	1	0	6
Demografia	0	0	7
Ciência Política	0	0	8
Ciência e Tecnologia de Alimentos	0	0	9

Fonte: Elaboração própria, com base no banco de dados do Curriculum Lattes.

4.4. CONCLUSÕES

O presente capítulo teve como finalidade descrever as características do setor acadêmico de energia elétrica e avaliar as potencialidades e limitantes de sua interação com as empresas e instituições que compõem o setor elétrico, o papel do Programa de P&D da ANEEL para promover estas interações e seus desdobramentos.

Para tal, foi desenvolvido um desenho metodológico que combina o uso de diversas fontes de informação primária e secundária, assim como a complementação de técnicas quantitativas e qualitativas de análise. A base empírica desta avaliação foi formada a partir da Plataforma Lattes do CNPq e do banco de dados de projetos de P&D, fornecido pela ANEEL. Por fim, as análises quantitativas foram complementadas com informações qualitativas adquiridas através de entrevistas com pesquisadores e especialistas relevantes do setor.

Este capítulo desenvolveu uma grande quantidade de importantes informações para avaliar as interações entre as instituições de CTI e as empresas do setor elétrico. Trata-se de um trabalho baseado no exame de redes sociais, a partir da investigação dos projetos de colaborações, o que constitui um aporte original a este campo de estudo, o qual, em geral, restringe as suas análises às dimensões de coautorias de artigos, citações em artigos ou desenvolvimento conjunto de patentes. As informações aqui contidas podem ser aprofundadas mediante várias novas linhas de pesquisa, com algumas sendo apontadas a seguir.

4.4.1 - MAPEAMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Em primeiro lugar, o mapeamento das capacidades de pesquisa com base nos dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq evidenciou o crescimento da quantidade de grupos de pesquisa no setor elétrico e sua concentração nas regiões Sudeste e Sul, com uma participação crescentes do Nordeste e uma menor participação do Norte e o Centro-Oeste. Todavia, esta não é uma característica particular do setor, sendo a concentração regional das capacidades de pesquisa uma problemática histórica no Brasil.

A análise permitiu visualizar que, além desta concentração, existe na atualidade grupos de pesquisa espalhados em todas as UF. De igual forma, foi observado que os grupos de pesquisa contam com parceiros em todo o território nacional, mas ainda fortemente concentrados no Sul e Sudeste.

As instituições de pesquisa com maior representação de grupos são as universidades públicas, com especial atenção para Universidade de São Paulo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal do Pará e Universidade Federal de Itajubá.

Sobre as capacitações dos grupos de pesquisa, observa-se que 54% dos membros nacionais possuem doutorado, 19% possuem mestrado, 2% são especialistas e 24% são graduados. Esses dados assinalam a existência de um número importante de recursos humanos formado no setor. Futuras análises deveriam aprofundar sobre as áreas de atuação destes recursos humanos, considerando as trajetórias tecnológicas relevantes para o país.

4.4.2 - DINÂMICAS DAS REDES DE INTERAÇÕES EM PROJETOS DE PESQUISA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

As análises das redes de interações em projetos de pesquisa têm se mostrado como uma ferramenta interessante para mapear as características da produção de conhecimento no setor e suas dinâmicas de interação territorial, institucionais e cognitivas.

Mediante a análise do banco de dados de Pesquisadores do SEB, se confirma a concentração dos projetos de pesquisa nas regiões Sudeste e Sul e a importância das interações inter-regionais entre pesquisadores de estados pertencentes a estas regiões. No mesmo sentido, as interações entre pesquisadores dos estados do Nordeste e Norte com os pesquisadores do Sul e Sudeste apresentam maior relevância em comparação às interações entre estados das mesmas regiões.

A literatura tem relatado que a proximidade territorial é um fator chave para promover a colaboração para a produção de conhecimento (KATZ, 1994; BOSCHMA, 2005). Entretanto, em contextos de grandes desigualdades regionais, as interações entre os atores mais próximos territorialmente podem ser desestimuladas nas regiões de menor acesso a recursos e infraestrutura de CTI. Neste sentido, a intervenção de programas e políticas de descentralização tem um papel ainda mais relevante.

Destaca-se que o recorte em dois períodos (2008-2011 e 2012-2015) permitiu analisar a evolução das redes territoriais, apresentando duas tendências: o tamanho das redes decresce e a rede de interações se amplia e alcança estados mais afastados na Região Norte, como o Amazonas. No futuro, será importante continuar

mapeando estas interações para avaliar se são uma tendência que se consolida ou se apenas se restringem a este último período.

No segundo período, as redes de interações institucionais mostram a mesma tendência à baixa em seu tamanho. Destaca-se, também, que são redes pouco integradas, em que algumas instituições a utilizam de ponte para se conectarem às instituições mais distantes. As universidades públicas possuem um papel mais relevante em ambos os períodos, em especial USP, UNICAMP, UFSC, LACTEC, UNIFEI, UFRGS e UFRJ. Tratam-se de instituições de pesquisa sediadas nas regiões Sudeste e Sul, onde a única instituição que não é uma universidade públicas é o laboratório LACTEC. Ao analisar a evolução temporal, chama a atenção a emergência dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologias como importantes centros de interação institucionais.

Adicionalmente, foram mapeadas as interações entre pesquisadores de universidades públicas e pesquisadores de empresas de geração e transmissão de energia ou empresas dedicadas a fornecer diversos serviços de consultoria ou logística. Observa-se que a participação de pesquisadores de empresas de geração e transmissão é significativamente baixa em comparação com os pesquisadores de empresas dedicadas a fornecer serviços de consultoria ou logística. Para analisar de forma mais aprofundada o papel das empresas do setor elétrico na interação com as universidades e com outros atores relevantes, ainda foi realizada uma análise do perfil das empresas proponentes de projetos de P&D da ANEEL.

Por último, a análise das redes cognitivas mostra a participação de diversas disciplinas de conhecimento no setor elétrico. Nota-se que há uma concentração nas disciplinas de engenharia, com um peso importante da engenharia elétrica e um papel crescente da engenharia da computação. A evolução no tempo permite observar a emergência de novas áreas de conhecimento que ganham relevância até o presente momento, como as ciências da informação. Para estudos futuros, seria interessante avançar na análise das redes cognitivas, com foco nas trajetórias tecnológicas relevantes para o setor, em especial para entender qual papel possui os conhecimentos requeridos para tais trajetórias.

4.4.3 - DINÂMICAS DAS REDES DE INTERAÇÕES EM PROJETOS DE P&D DA ANEEL

Com o objetivo de descrever as características mais gerais dos projetos de P&D da ANEEL e das interações entre instituições de CTI e empresas do setor, este capítulo analisou o banco de dados dos relatórios finais do Programa, entregues no período de 2008 a 2015.

A avaliação da base de dados apresentou uma queda na quantidade de projetos do Programa de P&D da ANEEL, seguindo a mesma tendência encontrada no banco de dados de projetos do setor elétrico. No futuro, seria importante analisar os fluxos financeiros entre o Programa de P&D da ANEEL no período, para entender de que forma este programa está ajudando a conter os cortes orçamentários experimentados a partir do ano 2013 (KOELLER, VIOTTI E RAUEN, 2016) pelo MCTI. Esta hipótese foi reforçada na análise das entrevistas com os pesquisadores do setor, que destacaram o importante papel do Programa de P&D da ANEEL para manter as capacidades de pesquisa dos grupos.

Ademais, sobre os recursos humanos envolvidos nas equipes executoras dos projetos de P&D da ANEEL, observa-se uma maior proeminência de pessoal com formação de ensino superior (29.5%), seguido de doutores (25.7%), mestres (20.9%) e técnicos (15,2%). Esta estrutura de distribuição diferencia-se bastante da estrutura descrita dos grupos de pesquisa, em que os doutores são maioria nas equipes. De fato, observou-se que apenas 197 dos 1.336 líderes dos grupos de pesquisa identificados participaram dos projetos de P&D da ANEEL no período de 2008 a 2015. Isto levanta a possibilidade de que o Programa de P&D da ANEEL pode estar subutilizando a massa crítica de pesquisadores com formação no setor, tema que também merece ser aprofundado.

A distribuição das equipes executoras dos projetos de P&D da ANEEL está concentrada nas regiões Sudeste e Sul, seguindo a tendência já identificada na distribuição regional dos grupos de pesquisa do setor elétrico. Porém, vale ressaltar que a presença destas equipes é menor do que a dos grupos de pesquisa nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Em outras palavras, o Programa de P&D da ANEEL ainda não alcança cidades do Brasil onde foram identificados grupos de pesquisa e, portanto, capacidade para a produção de conhecimento. Como proposta de pesquisa futura, seria interessante mapear os grupos que não participam no Programa de P&D da ANEEL e analisar as possíveis barreiras para sua inclusão no programa.

A análise das redes de interação territorial dos projetos do Programa de P&D da ANEEL mostra uma tendência à queda no tamanho das redes, de forma similar àquela apresentada nas redes de projetos do setor elétrico. A maior diferença entre estas redes parece estar no fato de a rede territorial do Programa de P&D da ANEEL possuir uma expressão menor no Brasil do que a encontrada na rede global. Neste sentido, no último período analisado, a rede dos projetos do Programa de P&D da ANEEL envolveu pesquisadores de apenas 18 UFs, enquanto a rede global do setor elétrico possuiu pesquisadores de 24 estados. Isto chama a atenção para a necessi-

dade de melhorar as estratégias de descentralização de projetos do Programa e de aprimorar a integração com pesquisadores das regiões Norte e Centro-Oeste.

Observa-se, também, uma queda no tamanho das redes de interações entre as instituições executoras e as empresas proponentes dos projetos. Nos anos de 2008 a 2011, a rede de interações em projetos de P&D da ANEEL envolvia um total de 735 instituições. Já no segundo período, o tamanho da rede cai drasticamente para 405 instituições. Este tipo de rede permite identificar quais empresas proponentes centralizam em maior medida as interações em projetos de P&D, sendo elas CP-FL-Paulista, AES Tietê, Elektro, Ampla e Light, no primeiro período, e Eletropaulo, CPFL-Piratiniga, Duke Energy, CPFL-Paulista e Tractebel, no segundo período.

Destaca-se que as companhias proponentes com maior centralidade de grau são as empresas de geração e distribuição de energia e em menor medida de transmissão. Por outro lado, observa-se que entre as equipes executoras dos projetos, as universidades públicas possuem um lugar de destaque, seguidas de universidades privadas, empresas de consultorias, empresas de serviços técnicos e centros privados e públicos de pesquisa e tecnologias.

Neste sentido, em linhas gerais, percebe-se que a permanência de homogeneidade regional observada nos projetos do Programa de P&D da ANEEL e nos projetos de pesquisa do setor elétrico e a concentração das interações nas regiões Sudeste e Sul atuam em detrimento da ampliação de capacidades de pesquisa no setor. Ademais, constatou-se a existência de capacidade científica em todo o território nacional. A heterogeneidade regional é reforçada, contudo, pela centralização das interações em algumas instituições, especialmente em universidades federais do Sul e do Sudeste, assim como pela falta de integração das equipes das empresas do setor elétrico com pesquisadores dos projetos de pesquisa.

Assim, conclui-se que o Brasil possui uma estrutura científica realitivamente sólida, mas com fortes desigualdades regionais e concentradas em determinados grupos. Da mesma forma, percebe-se que o Programa de P&D da ANEEL contribui para as interações entre os grupos de pesquisa, mas também se concentrou em alguns grupos, aumentando as assimetrias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, L. **Inovação curricular, formação de professores e melhoria da escola: uma abordagem reflexiva e reconstrutiva sobre a prática da inovação-formação.** 1998.

ALVES FURTADO, B. **Pesquisa em rede: Análise dos grupos de pesquisa do CNPq em 2014.** Radar 45, 2016.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica.** Brasília, 2012.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 2ª edição, 2002.

AROCENA, R.; SUTZ, J. **Navegando contra el viento: Ciencia, Tecnología y Subdesarrollo.** Universidad de La República, Uruguai, 2003.

ARUNDEL, A.; GEUNA, A. **Does proximity matter for knowledge transfer from public institutes and universities to firms?** SPRU Electronic Working Paper Series n. 73. University of Sussex, 2001.

ARUNDEL, A.; PATEL, P. **Strategic patenting.** In: Background report for the Trend Chart Policy Benchmarking Workshop. New Trends in IPR Policy, 2003.

BELTRÁN, J. B.; BIGGS, M.; DALBY, M.; SANCHEZ, M. S.; EGAÑA, A. L. **Sensing the difference: The influence of anisotropic cues on cell behavior.** University of Glasgow, Reino Unido, 2015.

BLIND, K.; EDLER, J.; FRIETSCH, R.; SCHMOCH, U. **Motives to patent: Empirical evidence from Germany.** Research Policy, v. 35, 2006.

BOSCHMA, R. **Proximity and innovation: A critical assessment.** Regional Studies v. 39, 2005

BRUDENIUS, C.; LUNDVALL, B. A.; SUTZ, J. **The role of universities in innovation systems in developing countries: Developmental university systems – empirical, analytical and normative perspectives.** In: Lundvall, B. A.; Joseph, K. J.; Chaminade, C.; Vang, J. Handbook of Innovation Systems and Developing Countries. Aalborg University, Dinamarca: Edward Elgar Publishing, 2009.

BRUNEEL, J.; D'ESTE, P.; SALTER, A. **Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration.** Research policy, v. 39, n. 7, 2010.

CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M. **Os dilemas da política industrial e de inovação: Os problemas da Região Sudeste são os do Brasil.** Um olhar territorial para o desenvolvimento: Sudeste. Rio de Janeiro. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2015.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro: Programa de P&D regulado pela ANEEL.** Brasília, 2015.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. **Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation.** Administration Science Quarterly 35, 1990.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. **Innovation and learning: The two faces of R&D.** The Economic Journal, v. 99, 1989.

COSTA, B.; SILVA, P.; MACEDO, G. **Scientific collaboration in biotechnology: The case of the Northeast Region in Brazil.** Scientometrics 95, 2013.

CUNHA LEMOS, D.; CARIO, S. **Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina.** REGE-Revista de Gestão, v. 24, n. 1, 2017.

DIGIAMPIETRI, L. *et al.* **Minerando e caracterizando dados de currículos lattes.** In: Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM), 2012.

DUTRÉNIT, G.; ARZA, V. **Channels and benefits of interactions between public research organizations and industry: Comparing four Latin American countries.** Science and Public Policy, v. 37, n. 7, 2010.

EBERS, M.; MAURER, I. **Connections count: How relational embeddedness and relational empowerment foster absorptive capacity.** Research Policy, v. 43, n. 2, 2014.

ERBES, A.; SUAREZ, D. **Trapped in the middle. Development, R&D and the national innovation system.** University of Sussex, Brighton. Reino Unido, 2016.

EUN, J. H. **China's horizontal university-industry linkage: Where from and where to.** Seoul Journal of Economics. v. 22, 4ª edição, Seoul, 2009.

FERNANDES, A. C.; SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SUZIGAN, W.; CHAVES, C. V.; ALBUQUERQUE, E. **Academy-industry links in Brazil: Evidence about channels and benefits for firms and researchers.** Science and Public Policy, v. 37, n. 7, 2010.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation.** Pinter, Londres, 1997.

FREEMAN, C. **The 'National System of Innovation' in historical perspective.** Cambridge Journal of Economics, v. 19, n. 1, 1995.

GIBBONS, M.; LIMONGES, C.; NOWORTY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P.; TROW, M. **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies.** Londres. Sage, 1994.

HARABI, N. **Appropriability of technical innovations an empirical analysis.** Research policy, v. 24, n. 6, 1995.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aspectos Demográficos - Informações Gerais.** 2010.

JANSEN, J. J. P.; VAN DEN BOSCH, F. A. J.; VOLBERDA, H. W. **Managing potential and realized absorptive capacity: How do organizational antecedents matter?** Academy of Management Journal, v. 48, n. 6, 2005.

JOHNSON, B. **Institutional learning.** In Lundvall, B. A. National Innovation Systems: Towards a theory of innovation and interactive learning. Londres, Pinter Publishers, 1992.

KATZ, C. **Playing the Field: Questions of fieldwork in geography.** City University of New York, Estados Unidos, 1994.

LAURSEN, K.; SALTER, A. **My precious. The role of appropriability strategies in shaping innovative performance.** Danish Research Unit for Industrial Dynamics, Working Paper, n. 05-02, 2005.

LOPEZ, A. **Innovation and appropriability: Empirical evidence and research agenda**. This publication, 2009.

LUNDVALL, B.; JOHNSON, B. **Closing the institutional gap?** Revue d'Economie Industrielle, n. 59, 1992.

LUNDVALL, B. A. **Innovation system research and policy: Where it came from and where it might go**. Aalborg University. Oslo, 2007.

LUNDVALL, B. A. **National Innovation Systems: Towards a theory of innovation and interactive learning**. Londres, Pinter Publishers, 1992.

LUNDVALL, B. A. **Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the National Innovation Systems**. In Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. R.; Silverberg, G.; Soete, L. Technology and economic theory. Londres, Pinter Publishers, 1988.

MENA- CHALCO, J. P.; DIGIAMPIETRI, L. A.; LOPES, F. M.; CESAR, R. M. **Brazilian bibliometric coauthorship networks**. Journal of the Association for Information Science and Technology, v. 65, n. 7, 2014.

MEC, Ministério da Educação. **A democratização e expansão da educação superior no país 2003 – 2014**. 2015.

MOLAS-GALLART, J.; D'ESTE, P.; LLOPIS, Ó.; RAFOLS, I. **Towards an alternative framework for the evaluation of translational research initiatives**. INGENIO, 2016.

MOLAS-GALLART, J.; RAFOLS, I.; PUAY, T. **On the relationship between interdisciplinarity and impact: Different modalities of interdisciplinarity lead to different types of impact**. Journal of Science Policy and Research Management, 2014.

NOWORTY, H.; SCOTT, P.; GIBBONS, M. **Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty**. Polity Press. Reino Unido, 2001.

ROSENBERG, N. **Inside the black box: Technology and economics**. Reino Unido, Cambridge University Press, 1982.

SENKER, J. **Tacit knowledge and models of innovation.** Industrial and Corporate Change v. 4, issue 2, Reino Unido, 1995.

SCOTCHMER, S.; GREEN, J. **Novelty and disclosure in patent law.** The RAND Journal of Economics, 1990.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil.** In: Suzigan, W.; Albuquerque, E. M.; Cario, S. A. F. Em busca da inovação: Interação universidade-empresa no Brasil. São Paulo: Autêntica, 2011.

TEIXEIRA, A.; DA ROSA, A.; RUFFONI, J.; RAPINI, M. **Dimensões da capacidade de absorção, qualificação da mão de obra, P&D e desempenho inovativo.** Revista Brasileira de Inovação v. 15, n. 1, São Paulo, 2016.

CAPÍTULO 5

O PROGRAMA DE P&D COMO FOMENTO DO PROCESSO INOVATIVO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Maria Gabriela Podcameni

José Eduardo Cassiolato

João Marcos Hausman Tavares

Manuel Gonzalo

Rubens Rosental

Maria Martha Brito

Julia Terra Miranda Machado

INTRODUÇÃO

A perspectiva de Sistemas Nacionais de Inovação ressalta a importância de interações entre diversos atores para a geração e difusão das inovações, uma vez que compreende o processo de inovação enquanto processo coletivo, interativo e sistêmico. Segundo esta perspectiva, a estrutura científica é uma dimensão chave no processo de inovação, tendo em vista que concentra parte relevante da geração de conhecimento e de capacidades endógenas disponíveis em um país. Porém, é essencial sublinhar que a existência de uma estrutura científica sólida não é suficiente para a promoção de inovações. As interações com outros atores do sistema de inovação, como, por exemplo, aqueles que representam as demandas de conhecimentos e tecnologias, são essenciais para a difusão de resultados e, assim, promover o comportamento inovador de um país.

O estabelecimento de interações com estruturas científicas não é algo trivial nos dias de hoje. Atualmente, além das tradicionais missões de educação e de pesquisa das estruturas científicas, espera-se, cada vez mais, que estas assumam uma terceira missão, a de contribuir mais diretamente para o desenvolvimento econômico e social do país, através de interações com diversos grupos da sociedade, inclusive, mas não limitadas a, empresas (BRUDENIUS, LUNDVALL e SUTZ, 2009).

A promoção de formas de colaboração entre a estrutura científica, em especial universidades e institutos de pesquisa, tem sido objeto de diversos programas de estímulo no mundo. Alguns destes programas criam plataformas de vinculação entre oferta de conhecimento e demandas, outros geram mecanismos de estímulo financeiro, etc.

No caso da energia elétrica no Brasil, a importância da promoção destas interações tem sido reconhecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que tem atuado no seu estímulo através da execução de diversos programas específicos, dentre os quais se destaca o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrico. No âmbito deste programa, há um forte estímulo na promoção dos vínculos entre empresas do setor, universidades e instituições de pesquisa. Ressalta-se que o intuito do programa é apoiar projetos de relevância para o Setor Elétrico Brasileiro, com a geração de novos conhecimentos.

Este capítulo tem como objetivo apresentar, resumidamente, o arcabouço conceitual de Sistema Nacional de Inovação e detalhar a importância das interações entre instituições de ciência, tecnologia e inovação (CTI) e o setor produtivo. Além disso, avança no sentido de qualificar as interações entre pesquisadores em universidades e empresas do setor elétrico, a partir de opiniões de pesquisadores da área. Esta parte da análise identifica as principais potencialidades e limitantes que o Programa de P&D da ANEEL enfrenta na promoção de vínculos entre universidades e empresas, considerando o objetivo de alavancar processos de inovação.

5.1. ENQUADRAMENTO CONCEITUAL

5.1.1 - SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E A RELEVÂNCIA DA ESTRUTURA CIENTÍFICA

A partir do referencial teórico de Sistemas Nacionais de Inovação, entende-se a inovação como um processo interativo em que participa uma grande diversidade de atores na estrutura social e produtiva. A definição desenvolvida por Lundvall (1992) entende que um SNI é um sistema social construído por elementos e relações que interatuam para produzir, difundir e usar conhecimentos novos, economicamente úteis dentro de um Estado-Nação. Neste caso, o autor introduz a importância da estrutura econômica e das instituições como duas dimensões chaves do SNI, ao mesmo tempo em que considera que o recurso mais importante da atual estrutura econômica é o conhecimento e o processo mais importante, o aprendizado (LUNDVALL, 2007).

Uma característica geral dentro da perspectiva é o fato de que as instituições possuem um papel crucial como impulsionadoras ou freios da mudança tecnológica e são chaves para determinar como os resultados da CTI se espalham em uma sociedade. Por exemplo, Nathan Rosenberg (1982) coloca as instituições como uma dimensão chave de seu estudo histórico da mudança tecnológica. Para Rosenberg (1982), as instituições, valores e estruturas de incentivos são fatores que diferenciam as capacidades das sociedades para gerar e adotar tecnologias adequadas a suas necessidades. Embora não exista homogeneidade entre as escolas sobre qual é a definição das instituições, em geral o seu uso está mais associado a um sentido formal, como regras e regulamentos formais ou organismos que orientam as ações dos atores dentro de um sistema de inovação (JOHNSON, 1992). Como efeito, o processo de inovação passa a ser entendido em função do papel que possuem as instituições envolvidas, seus valores e os sistemas de incentivos que utilizam.

O papel da criação de competências e do aprendizado tem crescido dentro desta perspectiva. O aprendizado se converte em um processo decisivo para a consecução da inovação e é um dos fatores principais da introdução de novidades e diversidade nos sistemas. Os sistemas de educação formal e a geração de capacidades em P&D têm um papel chave, embora não sejam os únicos nos âmbitos em que o aprendizado acontece. Segundo o Lundvall (2007), o fato de que a ciência como conhecimento codificado torne-se cada vez mais importante não implica a perda de relevância do aprendizado baseado na experiência e no conhecimento tácito.

Assim, o referencial teórico de Sistemas Nacionais de Inovação nos oferece diversas ferramentas através das quais podemos analisar e promover processos de aprendizado e processos inovativos. No tocante à promoção destes processos, como mencionado, desempenham um importante papel a estrutura científica e as suas interações com diversos atores do SNI.

5.1.2 - IMPORTÂNCIA DAS INTERAÇÕES NA PERSPECTIVA SISTÊMICA

As interações são parte constitutiva e central da visão sistêmica da inovação e têm sido definidas, operacionalizadas e estudadas de formas muito diversas. A base do conceito de interações está na ideia básica de que a inovação é um processo interativo que se desenvolve com uma multiplicidade de atores e instituições. Em sua maioria, tratam-se de interações que mobilizam a inovação a partir do intercâmbio de informações e conhecimentos que dão forma a cada sistema em particular. Em última instância, as interações dependem da dinâmica e da capacidade das próprias organizações (sua capacidade de absorção, de compreender linguagens diversas, etc.), assim como das instituições que regulam e geram mecanismos de incentivo (ERBES e SUAREZ, 2016).

Dentro da perspectiva sistêmica, as interações têm sido entendidas por alguns autores como processos que implicam não apenas intercâmbios, mas também aprendizados. Para Lundvall (1992), as interações implicam intercâmbios de conhecimento e processos de aprendizado conjuntos, em que as atividades de aprendizado podem ser entendidas a partir do que chama de *Learning by Doing, Using, Interacting*. Neste caso, o processo de aprendizado é considerado um processo evolutivo, em que os agentes se transformam e se tornam mais diversos em termos do que sabem e do que sabem fazer. Nesta linha, vários autores têm estudado a emergência de novas formas de produção de conhecimento científico e como estas vêm abandonando os caminhos isolados de pesquisa acadêmica para se caracterizarem, cada vez mais, pelas interações com diversos atores e disciplinas (NOWOTNY *et al*, 2001; GIBBONS *et al*, 1994). De fato, o aumento e a diversificação das formas de interação são um consenso importante na literatura, argumentando-se, por exemplo, que a pesquisa orientada à resolução de problemas tecnológicos está cada vez mais complexa, multidisciplinar, de alto custo e distribuída geograficamente (BELTRÁN *et al*, 2015).

Arocena e Sutz (2003) consideram que é nos espaços interativos de aprendizado onde se resolvem problemas, isto é, se resolvem problemas a partir das interações entre atores diversos na identificação, geração e aplicação dos conhecimentos adequados. Neste nível, considera-se que as políticas públicas, em especial através de

agências especializadas, podem atuar como integradoras para renovar ou criar novas relações, além de melhorar a posição dos atores mais fracos dentro do processo de inovação (JOHNSON e LUNDVALL, 1992).

Segundo Arocena e Sutz (2003), as interações têm um papel central na teoria sistêmica, uma vez que se reconhece que, sem interações entre atores diversos, dificilmente exista inovação. Para os autores, estas interações emergem da combinação de ações deliberadas e de fatores ambientais gerais. Assim, nos países onde a inovação é um fenômeno habitual, em geral países desenvolvidos, existem atores específicos com o propósito de estabelecer e catalisar os processos de inovação. Entre estes atores destacam-se organizações empresariais, agências públicas e escritórios de pesquisa dentro das universidades (AROCENA e SUTZ, 2003). Nos países em desenvolvimento, a promoção de interações precisa, em geral, de atores de conexão que sejam capazes de vincular necessidades e capacidades.

As ênfases da perspectiva sistêmica nas interações como formas de relações complexas entre elementos constituem uma das maiores vantagens do enfoque. No entanto, também são o maior desafio, no sentido de que pouco se sabe sobre como estas relações funcionam. Deste modo, é importante analisar as interações da parte empírica do trabalho, que incluiu o desenvolvimento de conceitos e indicadores que contribuem para o entendimento destas relações.

Nos últimos anos, certos grupos de estudos que propõem o desenvolvimento de indicadores e enfoques alternativos para avaliar os impactos da CTI têm procurado operacionalizar os conceitos de interações, para estudar as formas e orientações da produção de conhecimento e a inovação, alguns deles com ênfases nas interações no nível institucional e outros no nível individual. Um enfoque chave para avaliar os processos de interação, suas orientações e potenciais impactos é analisar a proximidade e a distância entre os atores envolvidos (MOLAS-GALLART *et al*, 2014; MOLAS-GALLART *et al*, 2016; BOSCHMA, 2005).

Assim, por exemplo, Molas-Gallart *et al.* (2016) analisam as formas de tradução do conhecimento e seu uso em diversos projetos na área de medicina e concluem que as “lacunas translacionais” são devido às distâncias excessivas nas interações, no sentido de que os grupos envolvidos têm diferenças cognitivas, estão institucionalmente separados (seguem regras diferentes), enfrentam diferentes tipos de incentivos, em geral estão geograficamente dispersos, etc. Os autores seguem o enfoque de proximidades apresentado por Boschma (2005), que propõem a importância de interações estratégicas, segundo:

(i) A proximidade cognitiva, que se refere às semelhanças na forma como as pessoas percebem, interpretam, entendem e avaliam o mundo. Compartilhar uma base

de conhecimento mínima é um pré-requisito para que as interações possam gerar processos de aprendizado e permitam o processamento e a transferência de informações e conhecimentos complexos. Portanto, uma grande proximidade cognitiva pode gerar conhecimento redundante, enquanto uma proximidade cognitiva pequena pode inabilitar a compreensão e o entendimento (MOLAS-GALLART *et al*, 2014);

(ii) A proximidade institucional, que se refere às normas, às regras e aos valores que influenciam o comportamento dos atores. Neste caso, uma ampla distância pode impor sérios impedimentos a interações em que os atores envolvidos respondam a diferentes conjuntos de incentivos ou valores conflitantes e, por outro lado, uma distância institucional menor ajuda a reduzir a incerteza nos diálogos e trocas dos envolvidos na inovação (MOLAS-GALLART *et al*, 2016); e

(iii) A proximidade geográfica, que faz referência à distância espacial no território entre os atores de inovação (MOLAS-GALLART *et al*, 2016). Vários estudos têm mostrado como as dinâmicas da produção de conhecimento e inovações possuem uma forte base territorial, na qual as interações entre atores muito distantes geograficamente costumam ser mais difíceis que entre atores próximos (KATZ, 1994; COSTA *et al*, 2013). Os níveis de proximidade ou distância nestes tipos de interações podem impulsionar ou bloquear o processo de inovação (MOLAS-GALLART *et al*, 2016). Na prática dos processos de interação, estas distâncias e proximidades se combinam em graus diversos, fazendo com que alguns destes tipos sejam mais ou menos relevantes para bloquear ou incentivar os processos de inovação. Por exemplo, tem-se mostrado as dificuldades nas interações entre universidades e empresas onde a distância institucional é grande. Nota-se, entretanto, a importância das interações entre universidades e empresas para a promoção de inovações, no contexto dos Sistemas Nacionais de Inovação.

5.1.3 - INTERAÇÕES ENTRE UNIVERSIDADES E EMPRESAS NA PROMOÇÃO DE INOVAÇÕES

A literatura que analisa as interações entre empresas e estrutura científica identifica diversos canais de interação entre os agentes. Dutrénit e Arza (2010) caracterizam os principais canais em seu trabalho. Há canais de interação mais tradicionais, baseados nas funções convencionais de instituições acadêmicas, como a contratação de recém-formados e a difusão de informação através de publicações e conferências. Há canais de interação que incluem a provisão de serviços (usualmente de curto prazo) em troca de dinheiro, como consultoria e uso de equipamentos para controle de qualidade e testes. Há canais de interação motivados por uma tentativa

de comercializar resultados científicos, como patentes, licenças de tecnologia e a criação de empresas *spin-off* e incubadoras. Por último, mas não menos importante, há canais de interação bidirecionais motivados pelas metas de longo prazo das estratégias de inovação das empresas e das estratégias de geração de conhecimento da estrutura científica, como parcerias em projetos de P&D, contratos de pesquisa, participação em *networks* e criação de parques tecnológicos.

Esta última categoria de canal de interação possui um caráter bidirecional, por incluir formas de interação através das quais o conhecimento flui em ambas as direções. Dutrénit e Arza (2010) argumentam que este tipo de canal é o mais apropriado para a transmissão de conhecimento tácito (conhecimento adquirido através de experiências pessoais e de interações pessoais) no longo prazo. Além disso, o conhecimento tácito é reconhecido por uma vasta literatura como essencial para o processo de inovação.

Em realidade, como afirma Senker (1995), o processo de inovação tende a envolver um ciclo entre conhecimento codificado e tácito. Contatos interpessoais e experiências pessoais podem ser úteis, em primeira instância, para a compreensão de informações codificadas (e.g., em publicações e patentes) e, posteriormente, até mesmo para a transcendência dessas informações. Neste sentido, retornando ao trabalho de Dutrénit e Arza (2010), dado que o conhecimento tácito tende a carregar em si mais novidades do que o conhecimento codificado, os produtos do canal de interação bidirecional entre empresas e estrutura científica podem se revelar mais inovadores.

Há diversos estudos empíricos que analisam a importância relativa, segundo empresas, de diferentes canais de interação para suas habilidades inovadoras. Cohen, Nelson e Walsh (2002), a partir de pesquisa com empresas nos Estados Unidos, apontamos seguintes canais de interação, entre dez, como mais relevantes, em ordem decrescente de importância: publicações, contatos informais, conferências e consultoria. Nota-se que as patentes são consideradas relativamente pouco importantes. Arundel e Geuna (2001), a partir de pesquisa com grandes empresas na Europa, apontam os seguintes canais de interação, entre sete, como mais relevantes, em ordem decrescente de importância: contratação de pessoal, contatos informais e contratos de pesquisa.

Em países em desenvolvimento, estudos empíricos de mesma natureza foram conduzidos. Eun (2009), a partir de pesquisa com empresas na China, aponta os seguintes canais de interação, entre treze, como mais relevantes, em ordem decrescente de importância: parcerias em projetos de P&D, licenças de tecnologia, patentes e contratos de pesquisa. Já Fernandes *et al.* (2010), a partir de pesquisa com empresas no Brasil, apontam os seguintes canais de interação, entre quinze, como

mais relevantes, em ordem decrescente de importância: parcerias em projetos de P&D, publicações, conferências e contatos informais.

Percebe-se, assim, que as empresas conseguem obter benefícios a partir de diversos canais de interação. Por sua vez, contatos informais e parcerias em projetos de P&D são considerados importantes canais de interação, tanto aos países desenvolvidos, quanto aos países em desenvolvimento.

Embora interações entre estrutura científica e empresas tenham evidente importância no processo de inovação, ainda são objetos de investigação os fatores que levam ao sucesso dessas interações. Teixeira e Rapini (2016) argumentam que a capacidade de absorção de empresas e seus determinantes podem ser relevantes para explicar o sucesso de suas interações com centros de pesquisa e universidades. O conceito de capacidade de absorção foi definido inicialmente por Cohen e Levinthal (1989) como um conjunto de habilidades que possibilitam à empresa valorar o novo conhecimento externo, assimilá-lo e explorá-lo comercialmente.

Acredita-se, por exemplo, que a capacidade de absorção das empresas esteja relacionada à obtenção de informações sobre os conhecimentos gerados externamente, o que permite que companhias identifiquem e avaliem de maneira mais precisa as oportunidades externas mais relevantes para si (COHEN e LEVINTHAL, 1990). O reconhecimento dessas oportunidades, por sua vez, contribui para que empresas definam de modo mais preciso seus objetivos, além dos meios para alcançá-los, colaborando para maiores chances de sucesso. Assim, para Teixeira e Rapini (2016), o desenvolvimento da capacidade de absorção seria condição necessária para definir os objetivos das interações entre estrutura científica e empresas e estabelecer uma interdependência maior entre as mesmas, favorecendo o sucesso dessas interações.

Embora existam outros fatores, o nível de qualificação da mão de obra da empresa influencia na habilidade, mencionada acima, de obter informações sobre os conhecimentos gerados externamente. Como explicam Teixeira e Rapini (2016), trabalhadores graduados e pós-graduados agem como *gatekeepers* (COHEN e LEVINTHAL, 1990), i.e., monitoram os conhecimentos científicos e tecnológicos externos, os interpretam e trazem para as empresas e reduzem a distância entre as bases de conhecimento da estrutura científica e das empresas, o que contribui para o aprendizado na interação. Além disso, esses trabalhadores facilitam o acesso a redes externas de conhecimento e a troca de conhecimento com cientistas de outras organizações. Assim, a contratação de trabalhadores com ensino superior pode elevar a capacidade da empresa em aprender com o conhecimento da estrutura científica, fortalecer comunicações entre diversos atores, contribuir para a definição clara de objetivos e para a redução de conflitos e, assim, favorecer o sucesso de interações entre estrutura científica e empresas (TEIXEIRA e RAPINI, 2016).

Ebers e Maurer (2014), por sua vez, ressaltam a importância do que chamam de imersão e empoderamento relacional, para o fortalecimento da capacidade de absorção de empresas, a partir das conclusões de uma pesquisa com atores de 218 projetos intraorganizacionais na indústria de engenharia na Alemanha. No que se refere à imersão relacional, os autores concluíram que relações fortes e de confiança entre membros de projetos aumentam a capacidade de absorção. No que diz respeito ao empoderamento relacional, concluíram que a capacidade de absorção aumenta mediante rotinas de treinamento e maior discricção na tomada de decisões por parte dos membros do projeto.

Mais precisamente, Ebers e Maurer (2014) argumentam que relações fortes, marcadas por interações frequentes, reciprocidade e intimidade, ampliam a gama de tópicos discutidos, aumentam as oportunidades de aquisição de conhecimento e possibilitam sua melhor assimilação, dado que os atores se tornam mais propensos a fazer perguntas e a dar explicações mais precisas. Por sua vez, relações de confiança, marcadas por expectativas positivas no tocante à competência e à boa vontade de parceiros, aumentam o grau de abertura de empresas em adquirir e assimilar conhecimentos.

Por fim, argumenta-se que o empoderamento de relações também exerce influência positiva na capacidade de absorção de empresas. O empoderamento ocorre, por exemplo, quando maior poder de tomada de decisões é delegado a funcionários em níveis hierárquicos mais baixos e quando os chamados *gatekeepers* transmitem conhecimento a outros funcionários mediante treinamento. Quando funcionários gozam de maior discricção na tomada de decisões, há mais “receptores” que têm a autoridade de adquirir e assimilar conhecimento externo (COHEN e LEVINTHAL, 1990). Além disso, quando grupos de trabalho passam a ter que responder por suas decisões, a motivação de funcionários para assimilar novos conhecimentos externos cresce, afinal melhores informações contribuem para a qualidade de decisões (EBERS e MAURER, 2014; JANSEN et al, 2005). Já o treinamento de funcionários contribui para aumentar seu nível de expertise e os possibilita detectar conhecimentos externos e oportunidades relevantes, além de torná-los mais capazes de processar informações. Dessa forma, a maior discricção em tomadas de decisão e rotinas de treinamento capacitam e motivam funcionários a adquirir e assimilar conhecimento, fortalecendo, como resultado, a capacidade de absorção de empresas.

Apesar da importância das interações entre as empresas e a estrutura científica, é recorrente haver barreiras que limitam que estas interações ocorram, enfraquecendo o Sistema Nacional de Inovação.

5.1.4 - BARREIRAS ÀS INTERAÇÕES ENTRE EMPRESAS E ESTRUTURA CIENTÍFICA

As interações entre empresas e estrutura científica estão sujeitas a algumas barreiras. Bruneel *et al.* (2010) as divide entre barreiras relacionadas à orientação e à transação. As primeiras se referem a visões conflitantes sobre o tema de pesquisa, o prazo para a entrega de resultados e a forma de divulgação de resultados. Devido às diferentes lógicas que governam empresas e universidades, tais desentendimentos são muito comuns quando participam de projetos colaborativos de pesquisas. Conflitos sobre o tema de pesquisa também podem emergir, dado que universidades tendem a se concentrar em ciência pura e empresas em pesquisa aplicada.

Devido às diferenças no *modus operandi* de empresas e universidades, é comum também observar conflitos acerca do prazo adequado para a entrega de resultados. Enquanto empresas tendem a possuir uma visão de curto prazo, dado que muitas vezes precisam atender as demandas correntes do mercado para sobreviverem financeiramente, universidades tendem a possuir uma visão de médio a longo prazo, considerando que precisam de tempo para chegar a resultados de pesquisa concretos e sua sobrevivência financeira não depende de resultados imediatos. Como resultado, empresas podem se sentir à vontade para apressar um processo que naturalmente requer tempo e comprometer o sucesso de projetos de P&D. Por último, é comum o surgimento de desavenças acerca da forma de divulgação dos resultados de pesquisa. Enquanto pesquisadores se interessam em divulgar os resultados para ganhar notoriedade na área acadêmica, empresas usualmente se interessam em manter os resultados em segredo para apropriar financeiramente as recompensas de seus esforços inovativos.

Projetos colaborativos entre empresas e universidades também podem se deparar com barreiras relacionadas à transação. Universidades estão se transformando em importantes atores econômicos, com destaque para o seu crescente papel em projetos de pesquisa realizados em cooperação com empresas. Em razão disso, universidades têm despendido consideráveis esforços para capturar uma porcentagem dos *royalties* gerados por patentes e outros direitos de propriedade intelectual, quando estes são registrados como resultado de projetos colaborativos de pesquisa. Nesse sentido, as universidades possuem, cada vez mais, departamentos para realizar esse tipo de negociação.

Assim, em decorrência de sua maior participação em projetos de pesquisa realizados em cooperação com empresas, as universidades passaram a visar de forma mais intensa a criação de propriedades intelectuais, a fim de explorá-las

em nome de ganhos financeiros. Como resultado, as interações entre universidades e empresas encontram-se mais sujeitas a barreiras de transação, isto é, sujeitas a conflitos distributivos. Esse tipo de conflito pode elevar a tensão entre as duas partes e dissuadir que uma delas colabore no projeto de pesquisa, antes mesmo deste começar.

Apesar de seu efeito deletério sobre as interações entre universidades e empresas, as barreiras de orientação, assim como as barreiras de transação, são passíveis de atenuação, segundo Bruneel *et al.* (2010). De acordo com o estudo empírico dos autores, confiança intraorganizacional é um fator que ajuda a mitigar estes dois tipos de barreira. O acúmulo de experiência em projetos colaborativos de P&D, por sua vez, é um fator que ajuda a mitigar barreiras de orientação, mas que não tem efeito significativo sobre barreiras de transação. Por último, a amplitude dos canais de interação entre empresas e universidades é um fator que auxilia a mitigar barreiras de orientação, mas que aumenta barreiras de transação.

Ambas as barreiras de orientação e de transação podem ser mitigadas pelo que Bruneel *et al.* (2010) chamam de confiança intraorganizacional. A organização que tem confiança em seus parceiros demonstra ser compreensiva e tem disposição para ajustar seu comportamento, a fim de atender às suas necessidades e expectativas. Portanto, quanto maior o nível de confiança entre empresas e universidades, maior é a capacidade de trabalharem juntas em prol da solução de problemas, sejam eles relacionados à orientação (visões conflitantes sobre o tema das pesquisas, o prazo para a entrega de resultados e a forma de divulgação de resultados) ou à transação (conflitos distributivos). Em outras palavras, a confiança, por estar associada a vínculos em que há a compreensão mútua e a disposição para fazer ajustes, auxilia na redução das divergências que podem comprometer as interações entre universidades e empresas.

Nota-se que as barreiras de orientação são passíveis de atenuação mediante o acúmulo de experiências em projetos colaborativos de P&D. Tais experiências ajudam a estabelecer rotinas e práticas necessárias para conciliar as visões conflitantes sobre temas de pesquisa, o prazo de entrega e a divulgação de resultados. A tendência é que, após cada colaboração, através do acúmulo de tentativas e erros, essas rotinas e práticas se refinam e sejam reutilizadas em colaborações subsequentes. Ao longo do tempo, após aprender com experiências passadas, é muito provável que empresas e universidades desenvolvam formas mais ricas e refinadas de interação, possuam opiniões mais convergentes acerca de temas, prazos e formas de divulgação adequadas para projetos de P&D e, assim, concluam projetos de forma mais exitosa.

As barreiras de orientação podem ser igualmente atenuadas em função da amplitude dos canais de interação entre empresas e universidades – as barreiras de transação, no entanto, aumentam com a amplitude desses canais. Além de interagir através de projetos colaborativos de P&D, empresas podem se relacionar com universidades por meio de diversos outros canais, como, por exemplo, trabalhos de consultoria, capacitação de mão de obra e contatos informais em seminários e conferências.

A colaboração entre empresas e universidades por meio de vários canais de interação pode fortalecer a capacidade das empresas de equilibrar e alinhar diferentes sistemas de incentivos, transversalmente a um conjunto de arranjos intraorganizacionais, e, assim, aumentar a habilidade de empresas em gerir conflitos relacionados à orientação. Além disso, o estabelecimento de contatos informais e de curto prazo pode ser crucial para melhorar a qualidade de contatos mais formais e de longo prazo, como os contatos estabelecidos em projetos de P&D, que muitas vezes estão sujeitos a barreiras de orientação.

Em contraste, a amplitude dos canais de interação entre empresas e universidades aumenta as barreiras de transação. As interações com diferentes partes da universidade podem envolver a empresa em negociações acerca das recompensas do projeto com uma ampla gama de agentes universitários, muitos dos quais podem ter incentivos e expectativas diferentes sobre a interação. Assim, quanto maior a amplitude dos canais de interação, maior é a tendência de haver conflitos distributivos.

Em suma, as interações entre a estrutura científica e produtiva são essenciais ao processo de inovação, embora seja comum haver barreiras impedindo ou limitando estas interações e influenciando de forma negativa o processo de geração e difusão de inovações.

5.2. ANÁLISE QUALITATIVA DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL

Essa seção visa analisar qualitativamente as principais contribuições e limitações do Programa de P&D da ANEEL para o fortalecimento da estrutura científica, com base em 34 entrevistas realizadas com pesquisadores de 19 entidades dispersas pelo Brasil. A amostragem das entrevistas foi feita segundo uma estratégia de maximizar a comparação entre os casos. Ou seja, os casos foram selecionados procurando integrar as percepções dos pesquisadores de grupos de pesquisa e organizações com uma alta participação nos editais do Programa P&D da ANEEL, assim como

dos pesquisadores que, no período analisado, tiveram uma baixa participação. No apêndice metodológico, podem ser visualizados os dados gerais das entrevistas.

Nos últimos 20 anos, observou-se um redesenho no ensino superior brasileiro, ocorrendo um intenso processo de expansão. Tanto as regiões mais desenvolvidas, como Sudeste, Sul e Centro Oeste, mas principalmente as regiões mais carentes de ensino superior, Norte e Nordeste, apresentaram um percentual de crescimento de matrículas. Este movimento, a partir da contribuição de diversos fatores e atores, gerou uma diversificação na oferta de cursos e, consequentemente, estimulou a criação de novos grupos e linhas de pesquisa, possibilitando uma maior interação do setor acadêmico e produtivo, no Brasil.

5.2.1 - CONTRIBUIÇÕES DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL PARA A ESTRUTURA CIENTÍFICA

O Programa de P&D da ANEEL é um importante financiador de grupos de pesquisa do setor de energia elétrica nas universidades brasileiras, através do qual adquirem recursos para apoiar seus projetos e suas necessidades do dia-a-dia acadêmico. Percebe-se que a maioria dos pesquisadores entrevistados coloca o Programa de P&D da ANEEL como grande elemento de apoio às suas pesquisas.

Com base nas respostas dadas pelos pesquisadores entrevistados, é possível notar que, ao tratar dos desdobramentos para a universidade, há uma divisão entre retornos monetários e retornos não monetários, advindos do contato com as empresas.

Os retornos monetários caracterizam-se, principalmente, na compra de equipamentos, na melhoria da infraestrutura dos laboratórios, no pagamento de bolsa para professores e estudantes e nos recursos para viagens a congressos e seminários. Destaca-se que, com esse tipo de recurso, os integrantes do grupo, alunos ou professores, podem não só atender às exigências tecnológicas laboratoriais das áreas de estudo, como também se atualizar diante dos avanços tecnológicos e técnicos.

“Uma coisa importantíssima pro grupo é a captação de recurso para equipamento, para laboratório, isso é fundamental (...)” (Entrevistado nº 29, Pernambuco)

“Principalmente uma época como agora, onde os recursos estão escassos, então boa parte do que tem os nossos laboratórios foram adquiridos com recursos desses projetos, as participações em congressos, tanto a ida de professores quanto alunos para participar em projetos.” (Entrevistado nº 3, Rio de Janeiro)

Nota-se que os retornos não monetários são caracterizados pela identificação de um maior envolvimento dos alunos e professores com assuntos e problemas práticos, requisitados no mercado de trabalho pelas empresas do setor. Ou seja, com o próprio dia-a-dia das companhias, suas estruturas e seus profissionais, ajudando, assim, na formação de novos profissionais como mão de obra extremamente qualificada. Deste modo, o Programa auxilia na pesquisa para a área, mas, ao mesmo tempo, prepara um ambiente e um caminho para futuras interações.

“Como eu posso elencar uma série de benefícios, a primeira é o contato dos professores com os assuntos práticos do dia a dia das necessidades das empresas, não é? E o contato com o assunto em si. O outro é o contato com os próprios engenheiros dessas empresas.” (Entrevistado nº 32, Distrito Federal)

“Todos os projetos são envolvidos alunos, então os alunos recebem um treinamento bem melhor que fosse apenas só acadêmico, que eles são colocados em contato com uma realidade da empresa que eles não teriam se não houvesse esses projetos.” (Entrevistador nº 3, Rio de Janeiro)

Além disso, muitos pesquisadores apontam a importância do projeto, para fomentar a interação entre a universidade e as empresas, e a necessidade da obrigatoriedade do investimento, de forma que, através da Lei nº 9.991/2000 e suas alterações, garante que as companhias invistam em P&D e em eficiência energética.

“Essa questão da obrigatoriedade do investimento em projeto de pesquisa e desenvolvimento por parte das empresas em relação às universidades, (...) acho fundamental, porque se não houver essa obrigação em termos de lei, que é como é colocado o projeto de P&D, dificilmente as empresas, por vontade própria, ou por necessidade, elas investiriam valores (...) no desenvolvimento de pesquisa nas universidades.” (Entrevistado nº 31, Sul).

Logo, através da análise qualitativa, é possível identificar, por meio de exemplos extraídos das entrevistas, os diversos benefícios do Programa para a universidade, para o meio acadêmico e para uma interação saudável e benéfica com as empresas.

Pode-se mencionar duas situações comumente observadas. A primeira são empregados de empresas que buscam se especializar por meio de mestrados ou doutorados, não necessariamente profissionais, e trazem temas que se relacionem ao trabalho que eles executam em suas empresas de origem. A outra

situação está relacionada aos alunos que, por meio do P&D da ANEEL, constroem relações com as companhias envolvidas, escrevendo seus projetos de encerramento de curso sobre o tema das pesquisas, de forma que, ao se formarem, teriam empregos nessas empresas.

5.2.2 - AS LIMITAÇÕES DO PROGRAMA DE P&D REPORTADAS EM ENTREVISTAS COM OS AGENTES

5.2.2.1 - Preterição de Projetos de P&D com maior grau de inovação

Muitas entrevistas conduzidas junto a pesquisadores de universidades e centros de pesquisa apontam para o baixo comprometimento de empresas com projetos de P&D que aspiram um maior grau de inovação. De acordo com pesquisadores do setor elétrico, há muitos casos em que sua assistência é requisitada para resolver problemas técnicos pontuais, ao invés de desenvolver produtos com maior caráter inovador. Através das entrevistas, constatou-se que algumas empresas possuem uma visão de curto prazo e priorizam a resolução de problemas internos imediatos, em detrimento de estratégias de inovação de longo prazo mais intensivas em tecnologia.

Apesar de o Programa de P&D da ANEEL fazer chamadas para projetos mais estratégicos e com maior horizonte temporal, uma das preocupações de empresas contratantes de P&D, de acordo com os pesquisadores entrevistados, está relacionada à solução de problemas internos pontuais. Assim, constatou-se que a identificação desses problemas pontuais e a encomenda de P&D para resolvê-los são feitas por técnicos de companhias contratantes de P&D ou por empresas de consultoria. As entrevistas abaixo ilustram os pontos debatidos acima:

“A limitação maior é que as empresas raramente se interessam por trabalhos de longo prazo. São sempre pequenos projetos para resolver problemas imediatos. (...) Sendo assim, o maior problema é a visão de resultados imediatos da empresa, que gera pequenos trabalhos que nunca geram uma coisa maior. (...) Porque as empresas na realidade não estão buscando ideias novas, o que elas estão tentando é primeiro resolver pequenos problemas internos, e usando pessoas que elas conhecem, do seu relacionamento regional.” (Entrevistado nº 3, Rio de Janeiro)

“Claro que tem as linhas, por exemplo, voltadas a SmartGrid, voltadas ao monitoramento inteligente de linhas de transmissão, voltadas, por exemplo, à prevenção de desastres, voltadas à otimização do uso de barragens, que não são coisas pontuais. Então assim, existe uma preocupação, mas (...) a preocupação maior, é claro, [são] os problemas pontuais que estão dentro das linhas de pesquisa dos editais da ANEEL.” (Entrevistado nº 23, Minas Gerais)

“(...) as empresas, quando apresentam demandas, elas apresentam demandas muito pontuais. (...) Muito operacionais, questões que vão dar certo, de qualquer forma, que não têm risco, que não têm (...)” (Entrevistado nº 9, São Paulo)

“Vamos dizer que tenha um técnico que tenha um problema lá, que ele vê que numa hidrelétrica há muito acúmulo de água na grade de retenção. (...) Ou então ele pode dizer assim: tem transformador que queima muito em determinada época do ano. (...) Então, normalmente os técnicos são os que têm os problemas e lançam isso nos P&D.” (Entrevistado nº 34, Ceará)

“Eu procurei fazer um convênio com a ANEEL, percebi que alguns projetos que a ANEEL pega são empresas de consultoria que vendem a ideia para eles. (...) A maioria deles envolvia alguma empresa de consultoria que não estava desenvolvendo um projeto realmente sério. Não conseguimos identificar nos projetos da ANEEL traços de pesquisa e inovação.” (Entrevistado nº 16, São Paulo)

Os relatos de alguns pesquisadores possibilitaram a identificação de um dos fatores que pode ter levado a posturas tão conservadoras por parte de empresas, qual seja, o risco de glosa de projetos de P&D. Abaixo, são apresentadas entrevistas que mostram o impacto do risco da glosa sobre gerentes de P&D:

“(...) todo mundo fica com medo de: ‘Não vou glosar, e se glosar eu posso ser demitido ou eu posso receber uma reprimenda do meu superior.’, não é? Ou seja, (...) cada vez mais o negócio se intensifica, quer dizer, não é fácil, que dizer, esse medo da glosa está deixando muita gente fissurada.” (Entrevistado nº 32 Brasília)

“(...) eles [gerentes de P&D] estão ali para atender o objetivo da empresa. O objetivo da empresa (...) é diminuir a probabilidade de glosas (...). Eu tive uma reunião, ano passado, com um gerente de P&D, ele tinha doutorado, ele sabia, mais ou menos, o que é isso, mas a preocupação é como a ANEEL vai avaliar, e isso leva a uma postura muito conservadora.” (Entrevistado nº 26, Pernambuco)

Assim, as entrevistas, de um lado, destacam o caráter conservador das estratégias de inovação por parte das companhias e, de outro, indicam que o risco de glosa de projetos de P&D pode levar à adoção de posturas conservadoras. É compreensível que as empresas não tenham incentivos para promover inovações mais significativas, uma vez considerados os riscos e incertezas inerentes ao processo de inovação.

O processo de inovação envolve riscos notadamente mensuráveis e incertezas de natureza imensurável. Os riscos, pelo fato de que podem ser aferidos em termos de probabilidades numéricas, podem ser eliminados ou desprezados pela sua transformação em um custo antes da realização do empreendimento (KUPFER, 1992). O mesmo não ocorre com as incertezas. Não há bases sólidas sobre as quais podem ser calculadas as incertezas, pois não há uma regra para que o passado se reproduza no futuro.

O processo de inovação, de acordo com Freeman e Soete (1997), sofre a influência de três tipos de incertezas: de negócio, técnica e de mercado. A primeira incerteza está relacionada a variáveis políticas, econômicas e jurídicas, que afetam, não apenas estratégias de inovação, como decisões de negócio em geral. A incerteza técnica está associada à possibilidade de não se atender a alguns critérios técnicos e se incorrer em custos adicionais de desenvolvimento, de produção ou de funcionamento. Por fim, a incerteza de mercado está associada à possibilidade de que a inovação não alcance sucesso no mercado.

Embora estas categorias de incerteza estejam presentes em qualquer processo de inovação, seu grau varia de acordo com o tipo de inovação. Freeman e Soete (1997) mostram que há um maior grau de incerteza associada a inovações radicais do que à diferenciação de produto. Quanto maior o grau de inovação pretendido por um projeto, maior é o grau de incerteza acerca de seus resultados e, portanto, acerca de seus retornos financeiros. Por essa razão, o setor privado geralmente possui pouco interesse em financiar projetos de inovação ambiciosos e recai sobre o Estado a responsabilidade de estruturar um sistema de financiamento para fomentar atividades mais inovadoras.

Por sua vez, mecanismos de financiamento possuem maior ou menor adequabilidade de acordo com o tipo de inovação pretendida. Melo e Carvalho (2014), por

exemplo, acreditam que as formas de financiamento mais adequadas para promover inovações radicais são aquelas não-reembolsáveis, como subvenção e participação via capital de risco, devido ao alto grau de incerteza e risco envolvido no processo. Inovações sob licença, diferenciação de produto, imitações, melhoramentos e adaptações, por envolverem baixo grau de incerteza e risco, possuem como forma mais adequada de financiamento o crédito, que é reembolsável (IBID). Especificidades sobre mecanismos de financiamento à parte, o processo de inovação é dispendioso, lento e incerto, o que significa que, em linhas gerais, o financiamento para suportá-lo deve ser significativo, paciente e não deve estar condicionado a retornos financeiros imediatos.

O Programa de P&D da ANEEL torna compulsório o dispêndio de quantia considerável de recursos em projetos deste tipo, garante financiamentos de maior duração para projetos com maior grau de inovação e, portanto, demonstra compreender o caráter dispendioso e lento do processo de inovação. No entanto, a natureza dos critérios que determinam a glosa de projetos de P&D pode ter levado à adoção de estratégias mais conservadoras e menos inovadoras por parte de empresas. Os critérios de glosa atuais não aparentam inibir a viabilização da solução de problemas técnicos e pontuais de empresas, mas podem ter inibido estratégias de maior grau de inovação, as quais, por natureza, possuem maior grau de incerteza e risco. Em razão disso, é admissível cogitar o ajuste dos critérios de glosa de acordo com o tipo de inovação pretendida pelos projetos de P&D. Neste sentido, projetos estratégicos que visam promover um maior grau de inovação necessitam de um mecanismo de financiamento que compreenda o grau de incerteza e risco envolvido no processo, isto é, que prescindia de disposições legais excessivamente restritivas que possam resultar em perdas financeiras tão graves que esses projetos se tornem inviáveis. Assim, entende-se que o Programa de P&D da ANEEL, no que diz respeito ao estímulo a projetos com maior grau de inovação, pode se beneficiar do estabelecimento de critérios de glosa distintos para projetos com diferentes graus de inovação.

5.2.2.2 - Capacidade de absorção de conhecimento por parte de empresas

Como mencionado anteriormente, a capacidade de absorção de empresas é um fator de grande relevância para o sucesso de suas interações com a estrutura científica e, por consequência, para o sucesso de projetos colaborativos de P&D. A capacidade de absorção de empresas está associada às habilidades que lhes possibilitam reconhecer o valor do novo conhecimento externo, assimilá-lo e explorá-lo comercialmente (COHEN e LEVINTHAL, 1989). De acordo com Teixeira e Rapini (2016), a primeira habilidade, a

de reconhecer conhecimentos externos relevantes, é de grande importância para a fixação mais precisa dos objetivos de possíveis interações com universidades, objetivando a definição mais exata dos meios para se alcançar tais objetivos e, assim, apresentar maiores chances de sucesso destas interações (TEIXEIRA e RAPINI, 2016).

Posto isso, entende-se que a ampla divulgação do Programa de P&D da ANEEL, principalmente dos projetos de pesquisas propostos por universidades no âmbito do mesmo, pode auxiliar empresas a reconhecer conhecimentos externos relevantes, identificar oportunidades e estabelecer estratégias de interação com maiores chances de sucesso. No entanto, a partir de algumas entrevistas, constatou-se que a divulgação do Programa ainda é reduzida e que há espaço para aprimoramentos. Neste sentido, o Programa de P&D da ANEEL poderia se beneficiar de uma maior divulgação e da criação de um *pool* de editais, em que estariam centralizadas as informações sobre os editais de diversas instituições do setor elétrico. A divulgação de editais de programas de P&D do setor elétrico, não apenas da ANEEL, aparenta ter oportunidades para aperfeiçoamentos.

“(...) a ANEEL não comunica isso de maneira ampla, a comunicação é muito ruim (...) pesquisa e desenvolvimento no Brasil é muito mal comunicado. (...) eu acho que está no caminho excelente de comunicação o SENAI, fazendo as divulgações do Instituto SENAI de Inovação (...). Mas o nosso setor de ciência e tecnologia de maneira geral, ele é muito ruim em marketing, (...), não estou falando das instituições em si, eu estou falando dos programas, eles são mal divulgados, você não sabe a regra do jogo, você não sabe como que você vai entrar nisso. (...) Se você não tem um departamento que corra atrás disso, você fica à mercê.” (Entrevistado nº 27, Pernambuco)

“Geralmente quando você fala assim que vai procurar um edital, você vai procurar no site de Furnas, no site da SEB, no site da Eletropaulo (...) você tem que sair procurando em cada site de maneira descentralizada qual edital que está ativo. Não há um processo fácil, (...) um pool de editais (...) para cada universidade procurar e ter um acesso. (...) Porque, por exemplo, a gente tem aqui na nossa faculdade, um docente exclusivamente pra ficar rastreando editais, (...). Então, essa hoje em dia seria minha sugestão: criar uma forma mais fácil, mais centralizada de estar apresentando essas ofertas de editais para os centros de pesquisa públicos: universidades, CT e por aí vai (...).” (Entrevistado nº 23, Minas Gerais)

Ademais, a capacidade de absorção de empresas pode ser associada ao número de empregados graduados e pós-graduados que possuem. Normalmente, estes indivíduos sabem reconhecer o valor de conhecimentos científicos externos relevantes, os interpretam e os internalizam nas companhias, reduzindo, assim, a distância entre as bases de conhecimento da estrutura científica e das empresas. Além disso, esses empregados facilitam o acesso a redes externas de conhecimento e a troca de conhecimento com especialistas de outras organizações. Assim, a contratação de empregados com um ou mais diplomas acadêmicos permite que a empresa apresente melhores relações de aprendizado com universidades e centros de pesquisa e amplie as redes de trabalho com a esfera científica, favorecendo o sucesso de projetos colaborativos de P&D.

As entrevistas com pesquisadores indicaram que as empresas contratantes de P&D possuem um número limitado de empregados pós-graduados, o que pode explicar alguns pontos levantados, relacionados à capacidade de absorção das companhias. Percebe-se que profissionais com nível de doutorado devam ser absorvidos nos quadros funcionais das empresas contratantes de P&D, como forma de transição dos projetos de uma visão mais técnica para outra mais que científica.

“Há um atraso porque as empresas, os PhDs no Brasil ainda não entraram nas empresas. (...) Mas isso é uma visão técnica. Você entende? Elas não têm uma visão científica.” (Entrevistado nº 7, São Paulo)

“(...) as pessoas ficam escrevendo várias coisas nos jornais. Não é verdade. Nós [da universidade] não temos nenhuma limitação. Nenhuma. (...) Primeiro. Eu tenho capacidade intelectual. Temos estudantes de primeira linha. No Estado de São Paulo, particularmente, a FAPESP dá dinheiro significativamente para a gente. Tem projeto CNPq tipo bolsista produtividade, etc. (...) Nós não fazemos não é por falta de dinheiro no Estado de São Paulo. (...) O que limita é exatamente isso. Porque as empresas não vêm pegar o que a gente faz.” (Entrevistado nº 7, São Paulo)

“A universidade, ela precisa transferir o conhecimento pra empresa, e muitas vezes as empresas brasileiras, elas não estão preparadas do ponto de vista de RH qualificado para receber esse conhecimento do outro lado.” (Entrevistado nº 31, Rio Grande do Sul)

“Na verdade elas [empresas] querem um negócio aqui que elas peguem e ponham lá e funcione, mas sem se interessar em entender direito. (...) esse é um conhecimento que em geral, eu acho que com raras exceções, não é adquirido pela empresa. Não fica lá. Você tem um monte de documentos, relatórios técnicos muito bons e tal, mas eu acho que em geral, (...) é um conhecimento que não é assimilado depois. (...) Então eu acho que de alguma forma deveria haver um envolvimento maior. Mas por outro lado eu sei que as empresas estão muito enxutas. Tem falta de pessoal e tal.” (Entrevistado nº 11, São Paulo)

As entrevistas acima podem explicar possíveis resultados de interações entre universidades e empresas e, portanto, de projetos colaborativos de P&D. A importância da capacidade de absorção das empresas contratantes para o sucesso de projetos colaborativos de P&D deve ser enfatizada. A identificação de conhecimentos científicos externos relevantes, facilitada tanto pela ampla divulgação de programas de P&D, quanto pela contratação de trabalhadores qualificados pelas empresas, é importante para o reconhecimento de oportunidades e para a definição de estratégias de aquisição de conhecimento.

Adicionalmente, a assimilação do conhecimento pelas empresas pode ser facilitada pela contratação de colaboradores com formação acadêmica (mestrado e doutorado), que possam transformar o conhecimento assimilado em algo novo e, de fato, desenvolver produtos inovadores. Essa transformação do conhecimento em algo novo torna-se mais propícia quando a distância é menor entre as bases de conhecimento das empresas e das universidades.

5.2.2.3 - “Timing” de Universidades e Empresas

As interações entre universidades e empresas enfrentam barreiras relacionadas ao tipo de orientação destas organizações, isto é, relacionadas a visões sobre o tema de pesquisas, o prazo para a entrega de resultados e a sua forma de divulgação (BRUNEELE *et al*, 2010). A partir do que foi relatada nas entrevistas, a principal barreira de orientação aos projetos do Programa de P&D da ANEEL está associada a visões diferentes sobre o tempo necessário para o alcance de resultados e sobre o prazo adequado para a sua entrega. Essas diferenças são comuns devido às lógicas que governam o *modus operandi* de cada organização (CUNHA LEMOS e CARIO, 2017).

A empresa concentra-se em atender as necessidades correntes do mercado consumidor para garantir, de forma regular, os resultados técnicos e comerciais para o

cumprimento sustentável de suas missões. Por sua vez, a universidade concentra-se na produção de conhecimento científico para garantir resultados relevantes de pesquisa, cuja entrega necessita de robustez metodológica, conceitual e experimental. Assim, as empresas tendem a possuir uma visão de curto prazo e as universidades, de médio a longo prazo, podendo acarretar em barreiras à interação entre estes atores.

Esta visão distinta induz que as empresas pressionem o setor acadêmico para obter resultados mais rápidos, apressando o processo de produção de conhecimento, que é inerentemente mais compassado, tendo em vista a necessidade de múltiplos experimentos e testes para se alcançar resultados concretos de pesquisa (IBID, 2017). A necessidade de compreensão mútua sobre o horizonte de tempo adequado para a pesquisa é um fator importante de planejamento para que se obtenha sucesso nos projetos de P&D e na parceria entre empresas e universidades.

“Um dos pontos (...) que dá problema na interação – (...) eu tenho batido muito nisso lá – é na questão: os tempos da universidade e os tempos da empresa. (...) A empresa tem que estar atenta a vender. Se ela não vender, ela não vai ter dinheiro para pagar a carga tributária, empregados, etc. Então ela tem uma dinâmica diferente. (...) A produtividade nossa é mostrada por artigos e patentes. Nós temos um outro tempo de trabalho.” (Entrevistado nº 34, Ceará)

O acúmulo de experiência em projetos colaborativos de P&D ajuda a estabelecer rotinas e práticas necessárias para conciliar as visões conflitantes sobre as metas de pesquisa, o prazo de entrega e a disseminação de resultados. Após cada colaboração, a tendência é que estas rotinas e práticas se refinem e sejam reutilizadas em colaborações subsequentes. Assim, é natural esperar que empresas e universidades desenvolvam formas mais ricas e refinadas de interação, com opiniões mais convergentes acerca de procedimentos e prazos adequados para projetos de P&D.

A ampliação dos canais de interação entre empresas e universidades pode igualmente reduzir barreiras relacionadas à orientação, dentre as quais estão a diferença de *timing* entre estes atores e a sua visão distinta sobre prazos. As empresas podem interagir com as universidades de diversas formas além dos projetos colaborativos de P&D, como por meio de consultorias, capacitação de mão de obra, seminários e conferências.

O envolvimento em diversos canais de interação oferece oportunidades para o aprendizado organizacional ao expor empresas a diversos tipos de contatos, como formais e informais, de curto e de longo prazo. Nota-se que interações informais e de curto prazo, por sua vez, são cruciais para melhorar a eficácia dos acordos de

pesquisa formais e de longo prazo. Assim, constata-se que barreiras de orientação são reduzidas por um acúmulo de interações, seja de experiências de interações passadas, como de canais diferentes de interações simultâneas.

5.2.2.4 - Confiança de Empresas em Universidades

As barreiras de orientação podem ser mitigadas pelo que Bruneel *et al.* (2010) chamam de confiança intraorganizacional. A organização que tem confiança em seus parceiros demonstra ser compreensiva e disposta a ajustar seu comportamento, a fim de atender às suas necessidades e expectativas. Portanto, quanto maior o nível de confiança entre empresas e universidades, maior é a capacidade de trabalharem juntas em prol da solução de problemas. Em outras palavras, a confiança, por estar associada a vínculos em que há compreensão mútua e disposição a fazer ajustes, auxilia as empresas a adequar as suas expectativas com relação à pesquisa.

A confiança entre empresas e universidades pode facilitar a superação de barreiras de orientação, como, por exemplo, a diferença de *timing* entre as duas organizações e a sua visão distinta sobre prazos, e a capacidade de absorção das companhias, conforme explicam Ebers e Maurer (2014). De acordo com os autores, relações de confiança aumentam o grau de abertura de empresas em adquirir e assimilar conhecimentos e, assim, contribuem para a sua capacidade de absorção.

Muitos autores mencionem a importância de relações de confiança para o sucesso de projetos colaborativos de P&D, seja por apresentarem o poder de mitigar barreiras de orientação associadas a problemas de *timing* ou por possuírem o potencial para melhorar a capacidade de absorção das empresas. Entretanto, pouco se sabe sobre os fatores determinantes das relações de confiança. É possível que o acúmulo de experiências em projetos colaborativos de P&D, um fator que, de acordo com Bruneel *et al.* (2010), ajuda na mitigação de barreiras de orientação, contribua para a própria formação de relações de confiança. Experiências passadas de colaboração com uma determinada organização, a depender de seus desdobramentos, podem instaurar as bases sobre as quais as relações de confiança conseguem florescer. A partir das entrevistas realizadas, depreende-se que relações de confiança são construídas ao longo do tempo, a partir de colaborações anteriores em projetos de pesquisa.

“Porque antes parecia que, no primeiro momento, era obrigado, ela [empresa] não confiava nas universidades. (...) acho que ela não tinha confiança nas universidades e se livrava do problema: ‘Ó, tenho que gastar dinheiro, vou

trabalhar com alguns grupos próximos, [em] que eu tenho mais um pouco de confiança (...). (...) Acho que começou como uma obrigação e talvez eles estejam vendo como uma coisa interessante agora, que pode ser usada a favor.” (Entrevistado nº 25, Pernambuco)

“(...) tem muitas empresas agora que estão com a ideia de dizer o seguinte: a universidade entra, mas isso é uma coisa horrorosa, a universidade entra, mas se eu sou glosado, você que vai pagar, você é o responsável.” (Entrevistado nº 32, Brasília)

“Tem empresa que tenta (...) isso em contrato, tem empresa que tenta trazer a responsabilidade da glosa pra gente. Não é razoável, porque você está desenvolvendo pesquisa (...).” (Entrevistado nº 21, Minas Gerais)

5.2.2.5 - Burocracia

De acordo com as entrevistas, os projetos de P&D enfrentam dificuldades associadas a diversos tipos de trâmites burocráticos. Em linhas gerais, essas dificuldades decorrem dos trâmites burocráticos para a assinatura dos contratos no âmbito do Programa de P&D da ANEEL e da burocracia interna das empresas e universidades, verificada antes mesmo que tais contratos sejam assinados.

No que diz respeito aos contratos assinados no âmbito do Programa, há relatos de que os mesmos são pouco flexíveis e de que mudanças em seu conteúdo requerem longos processos burocráticos. A assinatura de contratos de P&D, por exemplo, está condicionada à previsão de gastos do primeiro ao último dia da pesquisa, mesmo que a atividade de P&D tenha natureza dinâmica e esteja usualmente sujeita a reformulações. Como resultado, depois de assinados, os contratos precisam ser alterados para incorporar mudanças em verbas e rubricas, o que requer processos burocráticos complicados de acordo com os entrevistados. Nota-se que o surgimento de imprevistos e a necessidade de adaptações são comuns a todas as fases de pesquisa, desde fases experimentais a fases finais de projetos em que está prevista a construção ou o aperfeiçoamento de protótipos.

Em razão de sua natureza dinâmica, é natural que projetos de pesquisa estejam sujeitos a necessidades repentinas de compra de novos equipamentos ou de

contratação de empresas fornecedoras de serviços, o que requer a inclusão ou a mudança de rubricas em contratos de P&D. No entanto, os pesquisadores entrevistados observam um conflito entre a natureza dinâmica das atividades de pesquisa e a morosidade nos processos de alteração dos contratos, o que tende a diminuir a eficiência dos projetos de P&D.

“Hoje é tudo amarrado, as rubricas são muito fechadas e nos obrigam a fazer um planejamento (...) muito detalhado num negócio que evolui, a pesquisa é um negócio dinâmico. Então às vezes, a partir do primeiro item é que vou poder dimensionar o segundo item corretamente, mas não adianta, quando vem o edital, tenho que fazer uma previsão de gastos do primeiro dia ao último dia e isso é difícil na pesquisa porque às vezes a primeira ideia não dá certo, daí vai para uma outra ideia e o tipo de orçamento muda. (...) Se eu falar que vou mudar de rumo, que não quero mais esse equipamento, é difícil você mudar. Então isso engessa a gente um pouco em termos de gastos, (...)” (Entrevistado nº 19, Minas Gerais)

“(...) eu acho que deveria haver uma margem aceitável de flexibilização de recursos (...). Depois que o projeto é assinado, às vezes até trocar uma verba e a rubrica, é um processo complicado, demorado, mesmo que não altere em nada o montante final do projeto.” (Entrevistado nº 21, Minas Gerais)

Destaca-se que os trâmites burocráticos relacionados à continuidade de projetos de P&D atrasam a sua retomada. Por exemplo, um projeto na fase de “desenvolvimento experimental” pode ter dificuldades de ser retomado e passar para a fase de “cabeça de série” por ser necessário um novo contrato. De acordo com as entrevistas, os contratos de P&D podem demorar para serem assinados e esta janela de tempo pode trazer mudanças tecnológicas significativas, além de dificuldades para a manutenção da equipe originalmente dedicada ao projeto.

“Há cinco anos atrás eu comecei a fazer um projeto. Aí fiz todo o projeto bonitinho. Terminei ele. Aí eu tenho que fazer o cabeça de série. Se ele não começar na sequência (...) Ele demora dois anos para começar. A hora que eu começo o cabeça de série aqui, entre eu fazer o projeto e eu começar o cabeça de série, passaram quatro anos. Provavelmente eu tenha que reprojeter muita coisa que eu tenho que fazer aqui, por quê? Porque o componente já mudou, a tecnologia já mudou.” (Entrevistado nº 8, São Paulo)

“Esse contato em geral produz uma pré-proposta, ou seja, escrevemos um pequeno texto (1 página ou 2) que seria a ideia do projeto e isso é levado a empresa. Ele pode evoluir ou não. Esse processo é um dos pontos difíceis porque ele é muito demorado, podendo demorar 1 ano ou 2 para que se assine o contrato. Muita burocracia e as empresas demoram muito na tomada de decisão, porque depende de uma decisão da diretoria da empresa que analisa muitos projetos. Algumas vezes quando a decisão é tomada já passou o momento ideal para se devolver aquilo. E como trabalhamos com alunos, as vezes o aluno já saiu e tem que se montar uma outra equipe. Quando o projeto é aceito, já é necessária uma modificação do mesmo, pois nem as pessoas são as mesmas, nem o tema é o mesmo, porque o setor elétrico evoluiu.” (Entrevistado nº 3, Rio de Janeiro)

“(...) eu estou com essas propostas aqui, essas oito, quatro foram aprovadas e quatro não, a gente submeteu em janeiro de 2016 se não me engano. (...) Eu acho que a demora primeiro é da ANEEL, não, a demora primeiro é da concessionária, só que essa demora é motivada por uma falta de controle da ANEEL, é uma reação em cadeia.” (Entrevistado nº 23, Minas Gerais)

“Aí entra numa burocracia sem fim, não é, porque todo mundo fica com medo de: “Não vou glosar, e se glosar eu posso ser demitido ou eu posso receber uma reprimenda do meu superior.”, não é? Ou seja, (...) cada vez mais o negócio se intensifica, quer dizer, (...) esse medo da glosa está deixando muita gente fissurada. (...) então o quê que a empresa faz? (...) As empresas pegam e contratam uma outra empresa de consultoria para só examinar a parte da unidade. (...) E às vezes o cara [da consultoria] não entende muito e faz uma porção de perguntas. Quer dizer, (...) tem um projeto que eu quase desisti porque era um diálogo horrível. Quer dizer, e a empresa só aceita se tiver o aval desse consultor. (...) E você (...) perde muito tempo tentando justificar, justificar, justificar, para poder então você ter o projeto, não é? Quer dizer, esse é o medo dessas empresas contratando os serviços de consultoria (...).” (Entrevistado nº 32, Brasília)

Nota-se que a assinatura dos contratos de P&D também requer tempo devido aos trâmites burocráticos de universidades. Segundo as entrevistas, as universi-

dades podem levar até quatro meses para aprovarem projetos de pesquisa. O processo decisório é vagaroso por depender da aprovação prévia de várias instâncias internas. De acordo com um exemplo dado em entrevista, a aceitação de projetos de P&D depende da aprovação de instâncias como o departamento de engenharia elétrica, a faculdade de tecnologia e a reitoria da universidade. Assim, os trâmites burocráticos das universidades, além de atrasarem a aprovação de projetos de P&D, podem também impedir que pesquisadores submetam propostas de pesquisa dentro do prazo das chamadas do Programa da ANEEL, como relatado em uma das entrevistas abaixo.

“(...) a universidade também tem a sua burocracia, não é que não tem. A gente está tentando fugir disso através de fundação, a gente usa muito a fundação da (...), de apoio, não é? (...) a gente achava que a fundação pudesse ser independente da universidade, mas cada vez mais a universidade restringe a operação da própria fundação, não é? Restringe no seguinte sentido: Você vai ter que ter uma aprovação prévia nos colegiados da universidade. Por exemplo, a engenharia elétrica tem um colegiado de professores, então o projeto teria que ser submetido para esse colegiado. Depois, acima do departamento de engenharia elétrica, tem a faculdade de tecnologia, que tem outro colegiado, e depois tem que passar para (...) a reitoria que também tem o mérito acadêmico da coisa. Então (...), às vezes demora três, quatro meses. (...) Aquela via-crucis, não é? (...) Mas essas chamadas que surgem elas têm prazo, você apresenta dois meses depois acaba o prazo, então se eu não fizer tudo isso em dois meses, e às vezes eu não consigo, não adianta, não é?”
(Entrevistado nº 32, Brasília)

“Porque, o que acontece agora? Tem que ser o contrato onde a executora é a (...), e a fundação é interveniente, ela vai fazer a gestão financeira, mas tem que aparecer a (...), aí cria uma instância burocrática de aprovação enorme. (...) tem várias instâncias de aprovação. (...) o projeto teria que ter começado em julho e nós estamos chegando em outubro. E está parado, eu não posso começar o projeto se o contrato não está assinado pelo lado de cá (...).” (Entrevistado nº 12, São Paulo)

5.2.2.6 - O registro de Patentes e Software

O processo para registrar patentes no Brasil é avaliado como lento por diversos pesquisadores entrevistados. No entanto, tal obstáculo é, por vezes, contornado através do registro da patente no exterior ou caso a patente se configure como verde, isto é, se refira a uma tecnologia voltada para a sustentabilidade ambiental. Segundo as entrevistas, o registro de patentes no exterior requer até um ano para ser finalizado, enquanto que o registro de patentes verdes no Brasil requer cerca de dois anos, sendo, entretanto, processos mais rápidos em comparação ao processo de registro de patentes tradicionais no país. Mais rápido do que o registro de patentes, o registro de softwares é de interesse comum a várias empresas e pesquisadores que os desenvolvem em projetos de P&D.

“Ele [o pesquisador] pode depositar uma patente, esperar 10 anos e só depois de 10 anos vai se revelar se aquilo é uma patente ou não. Ele pode fazer registro de software. Isso não é problema, têm vários, só tem que pagar para fazer, e passar para um processo mais elementar, porque, depois, é mais simples.”
(Entrevistado nº 26, Pernambuco)

“Extremamente lento, extremamente ineficiente, inclusive desencorajado... pra você conseguir uma patente no Brasil, nacional, é extremamente complicado. Nós não somos, infelizmente, estimulados, a continuar buscando patente. Porque a universidade, você sabe, nós somos estimulados a produzir artigos científicos, e somos avaliados pela quantidade e qualidade dos artigos que produzimos. Patente, tem um peso parecido como de um artigo científico, só que uma patente leva 10 anos pra sair, um artigo leva um ano.”
(Entrevistado nº 29, Pernambuco)

“Tudo o que está associado com sustentabilidade pode ser entrado no sistema de patente verde em vez de dez anos, você tem dois anos. Bom, geração de energia fotovoltaica é um sistema sustentável, sem geração de resíduos, etc. (...) Então, se você consegue encaixar como patente verde tudo que é energia elétrica baseada em fotovoltaica (...), aí já vale a pena, são dois anos.”
(Entrevistado nº 23, Minas Gerais)

“(...) fiz o depósito no exterior em alguns lugares (...), consegui a patente, tive a patente concedida em 3 ou 4 países lá fora.” (Entrevistado nº 9, São Paulo)

É verdade que o registro de patentes possibilita a apropriação de retornos da atividade de pesquisa por empresas e que, em razão disso, constitui, muitas vezes, um incentivo para que estas realizem projetos de P&D. No entanto, nota-se que as empresas podem apropriar os resultados de esforços inovativos de diversas formas e a partir de diversas estratégias, como será discutido a seguir. As ponderações gerais, abaixo, mostram que o registro de patentes, apesar de importante em alguns casos, não é uma pré-condição inexorável para o investimento em projetos de P&D com alto grau de inovação.

Há diversas formas de apropriação de esforços inovativos. A partir unicamente de suas próprias inovações, empresas podem apropriar os resultados de seus esforços na forma de melhores resultados técnicos e financeiros. Estas formas de apropriação, contudo, estão sujeitas a complicações advindas da imitação e até da fabricação de produtos superiores por empresas competidoras. Por isso, há um debate na literatura acerca da eficácia, de um lado, de estratégias de apropriação associadas unicamente ao pioneirismo de empresas e, de outro, de estratégias de apropriação associadas a mecanismos legais para a proteção de direitos de propriedade intelectual (patentes, direitos autorais, marcas registradas, etc.).

De acordo com Laursen e Salter (2005), estratégias de apropriação associadas ao pioneirismo de empresas envolvem o uso de fatores como o sigilo industrial, o *timing* de entrada no mercado e a complexidade tecnológica dos produtos. Independente do fator utilizado, o sucesso deste tipo de estratégia de apropriação depende da capacidade das empresas de manter em segredo o seu conhecimento. Em contraste, estratégias de apropriação associadas a mecanismos legais, como o registro de patentes, envolve a codificação e a divulgação do conhecimento das companhias, mesmo que em troca de dinheiro (IBID, 2005).

Embora o objetivo de ambas as estratégias seja o de impedir imitações por empresas concorrentes, a fim de garantir a completa apropriação de esforços inovativos, seus efeitos podem divergir do objetivo. No primeiro caso, o conhecimento das empresas pode eventualmente vir à tona. No segundo caso, enquanto o registro de patentes oferece barreiras legais à imitação e a torna custosa, o licenciamento de patentes implica na divulgação de informações valiosas a concorrentes, que podem inventar ao redor da patente. A importância da divulgação como uma razão para não patentear é discutida em Arundel (2001), Harter (1993) e Scotchmer e Green (1990). Assim, a eficácia de nenhuma dessas estratégias pode ser tomada como certa.

Lopez (2009) compara diversas evidências empíricas da literatura sobre formas de apropriação, com a finalidade de fazer um balanço acerca da eficácia de diferentes mecanismos de apropriação. O autor analisa, por exemplo, a eficácia do sigilo industrial, do tempo de liderança (*lead time*) e da complexidade tecnológica dos produtos. As empresas fazem uso do sigilo industrial para a apropriação de esforços inovativos quando controlam os fluxos de comunicação entre seus empregados e o ambiente externo, através, por exemplo, de contratos de confidencialidade e contratos de trabalho. Adicionalmente, as empresas também podem apropriar inovações em função do seu tempo de liderança, o qual pode estar associado ao fato de uma empresa ser a primeira a entrar em um mercado ou ao fato da companhia estar à frente de seus concorrentes.

O tempo de liderança pode ser utilizado para obter vantagens com marketing e na produção, visando avançar na curva de aprendizado e ganhar economias de escala, e para atrasar a imitação por concorrentes (HARABI, 1995). Por último, a complexidade de produtos também pode oferecer mecanismos de apropriação para empresas. Muitos produtos dependem da integração de uma ampla gama de diferentes tecnologias, componentes e sistemas. Assim, a fabricação destes produtos, por requerer consideráveis investimentos e capacitações específicas, pode ser de difícil replicação por concorrentes, constituindo uma forma eficaz de apropriação.

De acordo com a revisão literária realizada por Lopez (2009) acerca de diferentes mecanismos de apropriação, concluiu-se que o tempo de liderança e o sigilo industrial são considerados os mecanismos de apropriação mais eficazes para a maioria dos setores e tipos de inovação. Em vista da reduzida eficácia relativa do registro de patentes como mecanismo de apropriação de esforços inovativos, é possível questionar a ideia de que a viabilidade do registro de patentes é uma condição imprescindível para o investimento em ambiciosos projetos de inovação. Embora seja difícil registrar patentes no Brasil, há outros mecanismos de apropriação viáveis, como o tempo de liderança e o sigilo industrial, que fornecem os incentivos necessários ao investimento em projetos de P&D com alto grau de inovação.

A despeito do que foi exposto acima, pode-se questionar o motivo pelo qual, embora muitos estudos empíricos apontem que o registro de patentes seja relativamente pouco eficaz como mecanismo de apropriação, o número de solicitações de patente no mundo cresce atualmente. A fim de compreender o fenômeno do “paradoxo da patente”, buscou-se identificar outros motivos para as empresas solicitarem os registros (ARUNDEL e PATEL, 2003; BLINDET *et al*, 2006). Nota-se que as companhias podem registrar a patente de uma tecnologia mesmo que não pretendam comercializá-la, protegendo-a de imitações, a fim de bloquear o desenvolvi-

mento de produtos concorrentes, evitar processos, aumentar o poder de barganha em negociações e melhorar o acesso a mercados de capitais.

Deste modo, empresas podem registrar a patente de uma tecnologia para impedir que outras a utilizem para fabricar produtos concorrentes. O registro de patentes também pode ser realizado de forma defensiva por uma empresa, para impedir que outras companhias registrem patentes de suas invenções e a processem por infração. Por último, registram-se patentes considerando que a posse de um grande portfólio de patentes pode aumentar o poder de barganha das empresas em negociações e melhorar o seu acesso a mercados de capitais. Neste sentido, o número de patentes muitas vezes é utilizado como indicador dos esforços e resultados de pesquisa de uma empresa e, assim, pode ajudá-la a atrair capitais e a ter êxito em negociações acerca de fusões, contratos de licença e projetos colaborativos de pesquisa.

Destaca-se que toda a discussão apresentada remete à reflexão da utilidade dos indicadores de registros de patentes aplicados aos projetos desenvolvidos no quadro do Programa de P&D da ANEEL.

5.2.2.7 - Transformações de Protótipos em Produtos e a Comercialização de Produtos

Os questionamentos realizados abordaram a aplicação e a comercialização de resultados do Programa de P&D da ANEEL. De acordo com as entrevistas, a transformação de protótipos em produtos e a inserção dos produtos no mercado ainda enfrentam obstáculos. Além disso, as entrevistas apontam a falta de recursos humanos qualificados dentro de empresas para apropriar o conhecimento da estrutura científica, a carência de assistência prestada a empresas durante o processo de implantação de tecnologias novas e a ausência de habilidade por parte da estrutura científica em oferecer uma conformação industrial ao protótipo.

Portanto, as entrevistas indicam que, tanto as empresas precisam desenvolver capacitações para adaptar os resultados de P&D aos seus sistemas de produção, como a estrutura científica deve desenvolver capacitações para oferecer resultados de P&D mais adaptáveis aos sistemas de produção das companhias.

“(...) é essa a dificuldade que você tem de apropriar o resultado para além da entrega do (...) protótipo que você tem. (...) A universidade, ela precisa transferir o conhecimento pra empresa, e muitas vezes as empresas brasileiras, elas não estão preparadas do ponto de vista de RH qualificado para receber esse conhecimento do outro lado.” (Entrevistado nº 31, Rio Grande do Sul)

“O que é algo que temos enfrentado grandes dificuldades, pois nem nós, nem a Light sabemos como fazer isso, ou seja, transformar um protótipo em produto, porque não é só ter o produto em si, tem que ter o modelo de negócios. (...) Por ser um software muito especializado, ele tem que vir junto com um pacote de treinamento e consultoria. (...) É preciso desenvolver a área de suporte ao software, o que é outra grande dificuldade de fazer, pois não podemos contratar alguém para fazer isso, os professores não têm tempo. Seria preciso ter uma startup.” (Entrevistado nº 33, Brasília)

“Nós [da universidade] temos capacidade de fazer um protótipo, mas na hora daquilo virar uma coisa com formação comercial ou industrial, isso não tem que ser feito por nós e sim por uma empresa de mercado. (...) O problema é que eles querem que no final do projeto, você entregue uma coisa já com essa conformação e nós não temos competência para fazer isso.” (Entrevistado nº 24, Minas Gerais)

A inserção de produtos no mercado também enfrenta obstáculos. A partir do que foi relatado em entrevistas, entende-se que a dificuldade em comercializar produtos está relacionada à falta de interações com empresas potencialmente consumidoras, à carência de estudos de mercado, à ausência de planos de negócio e ao fato de que as soluções de P&D, muitas vezes, atendem a demandas muito específicas e pontuais das empresas contratantes e, como consequência, têm baixa aplicabilidade para outras companhias.

“Então a minha maior dificuldade é que tanto o programa de P&D, quanto as empresas, elas não estão preparadas para levar isso hoje para o mercado. (...) O produto, mesmo você tendo cabeça de série, mesmo você tendo o lote pioneiro, ele ainda (...) Eu ainda acho que a gente deveria ter alguma coisa em termos de marketing, em termos de estudo de mercado, isso e um pouco mais (...).” (Entrevistado nº 8, São Paulo)

“Eu acho que às vezes se desenvolve uma solução muito voltada para aquela empresa, e que às vezes nem pode ser caracterizada muito como pesquisa, é mais uma consultoria (...) aí às vezes a empresa está aplicando um dinheiro em pesquisa, mas que não vai se reverter para toda a comunidade, para todo o setor elétrico brasileiro (...).” (Entrevistado nº 29, Pernambuco)

As entrevistas mostram, também, que há importantes lacunas entre as atividades de P&D e a comercialização de inovações. A fim de superá-las, é imprescindível que se tenha uma visão sistêmica sobre inovação. Portanto, deve-se compreender o processo de inovação como um processo que requer mais do que atividades realizadas na esfera científica, isto é, requer sistemas de instituições e atores interconectados em processos sociais de aprendizado (LUNDVALL, 1988; FREEMAN, 1995, CASSIOLATO *et al*, 2008). A abordagem sistêmica de inovação não apenas enxerga as lacunas em seu processo, como também vislumbra as soluções para superá-las, através da identificação das diversas organizações que constituem o sistema e do estímulo, do desenho e da coordenação das interações entre seus agentes.

A realização, a cada dois anos, do Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL), que apresenta os resultados do Programa de P&D da ANEEL, é um exemplo de esforço sistêmico da Agência para integrar diversos atores do Setor Elétrico Brasileiro, estimular novas parcerias e auxiliar na comercialização de produtos. A fim de garantir a transformação de protótipos em produtos, no entanto, é recomendável que projetos de P&D em andamento também figurem no CITENEL, como meio de estimular novas parcerias em prol do desenvolvimento de produtos.

Recomenda-se, também, a apresentação no CITENEL de projetos de universidades que não tiveram início devido à dificuldade de encontrar empresas parceiras, dificuldade relatada em algumas entrevistas. Destaca-se que um P&D encomendado por universidades, a depender das linhas de pesquisa priorizadas pela ANEEL, pode atender a demandas mais gerais do setor elétrico do que um P&D encomendado por empresas que buscam apenas soluções pontuais a problemas específicos, o que pode levar a uma maior aplicabilidade e comercialização de produtos.

Ainda no que se refere à comercialização de produtos, é importante conhecer o sistema em que se está inserido, identificar as demandas dos agentes do Setor Elétrico Brasileiro, intensificar as atividades de prospecção de mercado e promover encontros com empresas consumidoras, em uma etapa anterior à escolha das linhas de pesquisa das chamadas do Programa de P&D da ANEEL. Adicionalmente, recomenda-se que:

- i. O Programa de P&D da ANEEL conceda benefícios a concessionárias que consigam comercializar seus produtos, com, por exemplo, o fornecimento de selos de qualidade emitidos pela ANEEL;
- ii. Linhas de financiamento, oferecidas pela FINEP e por entidades públicas de

financiamento, sejam estabelecidas para fornecedores de bens e serviços que conduzam projetos de P&D na fase “inserção no mercado” ou que permitam comercializar produtos; e

- iii. O Programa de P&D da ANEEL realize ações de estímulo à criação de startups, como um importante meio de garantir uma maior comercialização dos seus resultados.

5.2.2.8 - A avaliação Final de Projetos

As entrevistas com os pesquisadores mostram que há espaço para o aprimoramento das avaliações finais dos projetos. As avaliações, embora discriminem se houve ou não a obtenção de resultados concretos de pesquisa, poderiam dar maior ênfase à análise da utilidade desses resultados para as empresas e, até mesmo, para o setor elétrico como um todo. De acordo com os pesquisadores, apesar de as pesquisas conduzirem a resultados, há pouca informação acerca de sua implantação nos sistemas de produção das empresas e, às vezes, se desconhece se foram inseridos na produção ou se ficaram nas “prateleiras” das companhias. As avaliações finais dos projetos, portanto, poderiam se beneficiar de maiores retornos acerca da utilidade e aplicabilidade dos resultados das pesquisas.

A disponibilização desse tipo de retorno poderia servir como fonte de motivação e indicar os próximos passos a serem tomados para a superação de dificuldades e para o aprimoramento de determinadas tecnologias. O ideal é que avaliações como essas fiquem disponíveis, tanto para os atores envolvidos diretamente nos projetos de P&D, como para os demais agentes do Setor Elétrico Brasileiro. Os retornos sobre atividades de pesquisa são essenciais para sinalizar novos pontos de partidas para a comunidade científica e para promover o aprendizado de novas lições. Seguem, abaixo, algumas entrevistas que dão suporte aos pontos levantados acima:

“Porque a empresa com essa visão de que está fazendo apenas o dever de casa, aí depois que fez, (...) bota a Lina prateleira e acabou-se. (...) O pós tem que ter uma avaliação muita pós. (...) Então, quer dizer, esse negócio deve estar lá, certamente em alguma prateleira sem produzir nada.” (Entrevistado nº 28, Pernambuco)

“Nem sempre a gente tem esse retorno. Sabe? (...) Mas isso foi implementado ou não foi? Porque termina o projeto, em geral acaba o vínculo. Então a gente acaba não tendo o retorno a respeito dos resultados que foram obtidos ao

longo da pesquisa.” (Entrevistado nº 11, São Paulo)

“(…) eu acho que não existe uma avaliação após a finalização do projeto que possa dizer o seguinte: esses projetos têm resultados que são úteis para o sistema elétrico.” (Entrevistado nº 33, Brasília)

“Eu acho que às vezes, por exemplo, as auditorias, eu vejo que as empresas às vezes têm dificuldade quando passam por esse processo, que acaba sendo muito detalhado na questão financeira, nota por nota, etc.” (Entrevistado nº 12, São Paulo)

“(…) ela [ANEEL] tem que assumir que pesquisa é risco, (...) muitas vezes a avaliação que é feita, (...) talvez ela seja contábil, mas não do valor da contribuição, que às vezes é intangível.” (Entrevistado nº 33, Brasília)

Por último, foi sugerido que a ANEEL acompanhasse os projetos de pesquisa durante a sua realização e não apenas oferecesse seu parecer após a sua finalização. De acordo com a entrevista, projetos não-estratégicos, que não recebem uma avaliação inicial, deveriam contar com o acompanhamento da ANEEL durante a sua realização, com a finalidade de sanar possíveis dúvidas acerca das regras do Programa de P&D e enxugar possíveis excessos de preocupação acerca de eventual glosa.

“(…) eu acho que essa dinâmica da ANEEL para esse tipo de projeto, deles só fazerem essa análise no final, não tem acompanhamento junto com o projeto, acaba prejudicando um pouco, a gente sente as empresas muito inseguras, com medo de haver glosa no final. Então eu acho que se a ANEEL conseguisse ter um acompanhamento um pouco mais próximo desse projeto ou criasse regras mais claras, onde as empresas tivessem um pouco menos de preocupação para determinado investimento, eu acho que isso poderia trazer muito mais flexibilidade para o processo, porque às vezes você vira pra empresa e fala, ‘olha, dentro desse projeto, seria interessante eu comprar essa ferramenta tal aqui de fulano de tal’, aí a empresa fica com medo e fala ‘mas isso não vai ficar mais caro no projeto, será que a ANEEL vai considerar que esse investimento faz parte do projeto, ou deveria ser um investimento meu e não vai me glosar 30 mil dólares no final’, então essa... eu acho que isso teria que ser trabalhado de alguma forma, seja com acompanhamento mais próximo, seja com normas mais claras (...)” (Entrevistado nº 21, Minas Gerais)

5.3. CONCLUSÕES

Este capítulo teve como finalidade descrever, resumidamente, o arcabouço conceitual de Sistema Nacional de Inovação e analisar qualitativamente as principais contribuições e limitações do Programa de P&D da ANEEL, com base em 34 entrevistas realizadas com pesquisadores de 19 entidades.

A inovação deve ser vista como um fenômeno social amplo, sistêmico e que ocorre dentro da empresa, mas que é, em si, gerada e sustentada por interações complexas e dinâmicas. Portanto, a formação de redes com diferentes atores contribui para o processo inovativo. Nesse sentido, o departamento de P&D de uma empresa do Setor Elétrico Brasileiro, por exemplo, pode ser visto como um agente que, além de empreender esforços e recursos em projetos e ser capaz de gerar conhecimento e novas tecnologias, é articulador de uma rede que abarca outros departamentos da companhia e um conjunto de atores internos e externos capazes de aportar, às atividades inovativas, conhecimentos, capacitações, *funding* e outros recursos importantes.

No segundo momento, foram realizadas análises qualitativas na forma de entrevistas, de modo a avaliar as interações entre empresas do setor elétrico e instituições de CTI. Através das entrevistas, foram captadas e avaliadas importantes limitações no que diz respeito ao Programa de P&D da ANEEL. Constatou-se que muitas concessionárias possuem uma visão de curto prazo, em detrimento de estratégias de inovação de longo prazo, mais intensivas em tecnologia, e que o risco de glosa motiva posturas conservadoras por parte de empresas, no momento da escolha de seu projeto de P&D.

A capacidade de absorção de conhecimento das empresas foi apontada como inferior ao esperado pelos pesquisadores. Ademais, entende-se que indivíduos com mestrado ou doutorado ainda não foram contratados em massa pelas empresas, o que pode estar relacionado à falta de estratégias de inovação mais ambiciosas pelas companhias.

Os prazos são vistos, às vezes, como barreiras para a interação entre as empresas e as universidades. De acordo com a análise, entre os fatores que ajudam a mitigar essas barreiras estão a experiência prévia em colaboração, a amplitude da interação e a confiança intraorganizacional.

O elevado tempo destinado ao cumprimento de todas as etapas burocráticas para participar do Programa de P&D da ANEEL pode ser um entrave ao seu desenvolvimento. No que diz respeito aos trâmites burocráticos, tanto externos, quanto

internos às instituições, há grande lentidão e, independente do motivo, as janelas de tempo criadas desencorajam as equipes. O mesmo ocorre com o registro de patentes, o qual, de acordo com as entrevistas, requer até 10 anos para ser finalizado. Por isso, estratégias de apropriação associadas ao sigilo industrial, ao *timing* de entrada no mercado e à complexidade tecnológica de produtos são, muitas vezes, reconhecidas na literatura como mais eficazes.

Destaca-se que as dificuldades com a transformação de protótipos em produtos e com a sua comercialização sinalizam a existência de interações fracas e com poucos *feedbacks* entre universidades e empresas. Para estimular o desenvolvimento de produtos e identificar as demandas dos agentes do Setor Elétrico Brasileiro, recomenda-se que os projetos de P&D em andamento também figurem no CITENEL, que o Programa de P&D da ANEEL conceda benefícios e emita selos de qualidade a concessionárias que consigam comercializar uma quantidade mínima de seus produtos e que haja o estabelecimento de linhas de financiamento, subsidiadas por bancos públicos, para as empresas que conduzam projetos de P&D na fase “inserção no mercado”.

De acordo com as entrevistas, os pesquisadores entendem ser aconselhável o acompanhamento mais próximo da ANEEL durante a realização dos projetos de P&D, de modo a serem sanadas eventuais dúvidas, que se mostraram mais frequentes do que o esperado nas respostas.

Constatou-se, finalmente, a importância do Programa de P&D da ANEEL no fomento à geração e adoção de processos inovativos e na própria sustentabilidade de todos os grupos de pesquisas na área de energia elétrica no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, L. **Inovação curricular, formação de professores e melhoria da escola: Uma abordagem reflexiva e reconstrutiva sobre a prática da inovação-formação.** 1998.

ALVES FURTADO, B. **Pesquisa em rede: Análise dos grupos de pesquisa do CNPq em 2014.** Radar 45, 2016.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica.** Brasília, 2012.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 2ª edição, 2002.

AROCENA, R.; SUTZ, J. **Navegando contra el viento. Ciencia, Tecnología y Subdesarrollo.** Universidad de La República, Uruguai, 2003.

ARUNDEL, A.; GEUNA, A. **Does proximity matter for knowledge transfer from public institutes and universities to firms?** SPRU Electronic Working Paper Series, n. 73. University of Sussex, 2001.

ARUNDEL, A.; PATEL, P. **Strategic Patenting.** In: Background report for the Trend Chart Policy Benchmarking Workshop. New Trends in IPR Policy, 2003.

BELTRÁN, J. B.; BIGGS, M.; DALBY, M.; SANCHEZ, M. S.; EGAÑA, A. L. **Sensing the difference: The influence of anisotropic cues on cell behavior.** University of Glasgow, Reino Unido, 2015.

BLIND, K.; EDLER, J.; FRIETSCH, R.; SCHMOCH, U. **Motives to patent: Empirical evidence from Germany.** Research Policy, v. 35, 2006.

BOSCHMA, R. **Proximity and innovation: A critical assessment.** Regional Studies v. 39, 2005.

BRUDENIUS, C.; LUNDVALL, B. A.; SUTZ, J. **“The role of universities in innovation systems in developing countries: Developmental university systems – empirical, analytical and normative perspectives.** In: Lundvall, B. A.; Joseph, K. J.; Chaminade, C.; Vang, J. Handbook of innovation systems and developing countries. Aalborg University, Dinamarca: Edward Elgar Publishing, 2009.

BRUNEEL, J.; D'ESTE, P.; SALTER, A. **Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration.** *Research policy*, v. 39, n. 7, 2010.

CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M. **Os dilemas da política industrial e de inovação: Os problemas da Região Sudeste são os do Brasil.** Um olhar territorial para o desenvolvimento: Sudeste. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2015.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro: Programa de P&D regulado pela ANEEL.** Brasília, 2015.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. **Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation.** *Administration Science Quarterly*, v. 35, 1990.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. **Innovation and learning: The two faces of R&D.** *The Economic Journal*, v. 99, 1989.

COSTA, B.; SILVA, P.; MACEDO, G. **Scientific collaboration in biotechnology: The case of the Northeast Region in Brazil.** *Scientometrics*, v. 95, 2013.

CUNHA LEMOS, D.; CARIO, S. **Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina.** *REGE-Revista de Gestão*, v. 24, n. 1, 2017.

DIGIAMPIETRI, L. *et al.* **Minerando e caracterizando dados de currículos lattes.** In: Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM). 2012.

DUTRÉNIT, G.; ARZA, V. **Channels and benefits of interactions between public research organizations and industry: Comparing four Latin American countries.** *Science and Public Policy*, v. 37, n. 7, 2010.

EBERS, M.; MAURER, I. **Connections count: How relational embeddedness and relational empowerment foster absorptive capacity.** *Research Policy*, v. 43, n. 2, 2014.

ERBES, A.; SUAREZ, D. **Trapped in the middle. Development, R&D and the national innovation system.** University of Sussex, Brighton. Reino Unido, 2016.

EUN, J. H. **China's horizontal university-industry linkage: Where from and where to.** Seoul Journal of Economics, v. 22,ed.4, Seoul, 2009.

FERNANDES, A. C.; SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SUZIGAN, W.; CHAVES, C. V.; ALBUQUERQUE, E. **Academy-industry links in Brazil: Evidence about channels and benefits for firms and researchers.** Science and Public Policy, v. 37, n. 7, 2010.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation,** Pinter, Londres, 1997.

FREEMAN, C. **The 'National System of Innovation' in historical perspective.** Cambridge Journal of Economics, v. 19, n. 1, 1995.

GIBBONS, M., LIMONGES, C., NOWORTY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., TROW, M. **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies.** Londres: Sage, 1994.

HARABI, N. **Appropriability of technical innovations an empirical analysis.** Research Policy, v. 24, n. 6, 1995.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aspectos Demográficos - Informações Gerais,** 2010.

JANSEN, J. J. P.; VAN DEN BOSCH, F. A. J.; VOLBERDA, H. W. **Managing potential and realized absorptive capacity: How do organizational antecedents matter?** Academy of Management Journal, v. 48, n. 6, 2005.

JOHNSON, B. **Institutional learning.** In Lundvall, B. A. National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Londres, Pinter Publishers, 1992.

KATZ, C. **Playing the field: Questions of fieldwork in geography.** City University of New York, Estados Unidos, 1994.

LAURSEN, K.; SALTER, A. **My precious. The role of appropriability strategies in shaping innovative performance.** Danish Research Unit for Industrial Dynamics, Working Paper, n. 05-02, 2005.

LOPEZ, A. **Innovation and appropriability; Empirical evidence and research agenda.** This publication, 2009.

LUNDVALL, B. A.; JOHNSON, B. **Closing the institutional gap?** Revue d'Economie Industrielle, n. 59, 1992.

LUNDVALL, B. A. **Innovation system research and policy where it came from and where it might go.** Aalborg University. Oslo, 2007.

LUNDVALL, B. A. **National Innovation Systems: Towards a theory of innovation and interactive learning.** Londres, Pinter Publishers, 1992.

LUNDVALL, B. A. **Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the National Innovation Systems.** In Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. R., Silverberg, G.; Soete, L. Technology and economic theory, Londres, Pinter Publishers, 1988.

MENA- CHALCO, J. P.; DIGIAMPIETRI, L. A.; LOPES, F. M.; CESAR, R. M. **Brazilian bibliometric coauthorship networks.** Journal of the Association for Information Science and Technology, v. 65, n. 7, 2014.

MEC, Ministério da Educação. **A democratização e expansão da educação superior no país 2003 – 2014.** 2015

MOLAS-GALLART, J.; D'ESTE, P.; LLOPIS, Ó.; RAFOLS, I. **Towards an Alternative Framework for the Evaluation of Translational Research Initiatives.** INGENIO, 2016

MOLAS-GALLART, J.; RAFOLS, I.; PUAY, T. **On the relationship between interdisciplinarity and impact: Different modalities of interdisciplinarity lead to different types of impact.** Journal of Science Policy and Research Management, 2014.

NOWORTY, H.; SCOTT, P.; GIBBONS, M. **Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty.** Polity Press. Reino Unido, 2001.

ROSENBERG, N. **Inside the black box: Technology and economics.** Inglaterra, Cambridge University Press, 1982.

SENKER, J. **Tacit knowledge and models of innovation**. Industrial and Corporate Change, v. 4, issue 2, Reino Unido, 1995.

SCOTCHMER, S.; GREEN, J. **Novelty and disclosure in patent law**. The RAND Journal of Economics, 1990.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil**. In: Suzigan, W.; Albuquerque, E. M.; Cario, S. A. F. Em busca da inovação: Interação universidade-empresa no Brasil. São Paulo: Autêntica, 2011.

TEIXEIRA, A.; DA ROSA, A.; RUFFONI, J.; RAPINI, M. **Dimensões da capacidade de absorção, qualificação da mão de obra, P&D e desempenho inovativo**. Revista Brasileira de Inovação v. 15, n. 1, São Paulo, 2016.

CAPÍTULO 6

PANORAMA DE DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO

Marcelo Pessoa de Matos
Maria Gabriela Podcameni
José Eduardo Cassiolato
Renata Lèbre La Rovere
Maria Martha Brito
Mauricio Moszkowicz
Rubens Rosental
André Alves
Diego Salles
Micaela Mezzadra

INTRODUÇÃO

O objetivo central deste capítulo é sistematizar os resultados examinados nos Capítulos 3, 4 e 5, de modo a contrapor e conciliar as diferentes percepções em relação à inovação no Setor Elétrico Brasileiro, tendo por referência as óticas e percepções coletadas e estruturadas através de entrevistas com representantes de empresas do setor, empresas fornecedoras de bens e serviços tecnológicos e instituições de ensino e pesquisa.

Busca-se, a um nível mais específico, estabelecer uma base de conhecimento a partir da qual serão explorados, nos capítulos seguintes, experiências, oportunidades e possibilidades de avanço da política de estímulo à inovação no setor elétrico, com destaque centrado no papel do Programa de P&D da ANEEL neste contexto.

Partindo de uma visão sistêmica do setor elétrico, são analisados os obstáculos, os meios e as oportunidades para uma maior e melhor articulação dos diferentes atores que formatam e estruturam as suas áreas de inovações. O desenvolvimento e a consolidação desta análise trará implicações para a posterior reflexão sobre as potenciais políticas públicas e sugestões de ajustes e aprimoramento do sistema de inovação no quadro institucional e regulatório do Setor Elétrico Brasileiro.

Neste sentido, adota-se como referência a discussão e consolidação dos resultados analíticos dos Capítulos 3, 4 e 5 do presente livro, que examinaram, para o período de 2008 a 2015, no que diz respeito a cinco grandes questões, como têm se desenvolvido as atividades inovativas no âmbito e escopo do Programa de P&D da ANEEL, tendo sempre como base o referencial conceitual de sistemas de inovação.

6.1. VISÃO ESTRATÉGICA DO PROGRAMA E SUA ARTICULAÇÃO COM OUTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS

6.1.1 - FALTA DE ALINHAMENTO DAS POLÍTICAS DE FOMENTO À CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE DIVERSAS INSTITUIÇÕES E NÍVEIS DO GOVERNO, NO SENTIDO DE CONFORMAREM UM PLANO ESTRATÉGICO UNIFICADO, E FALTA DE COORDENAÇÃO COM AS DIRETRIZES DE OUTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Nos capítulos anteriores, as entrevistas formuladas para os representantes das empresas do setor elétrico e das empresas de bens e serviços tecnológicos destacaram dificuldades de alinhamento entre as políticas de ciência, tecnologia e inovação

entre diversas instituições e níveis do Estado. Entre os representantes da academia, no entanto, foram destacados a falta de informações mais detalhadas sobre o Programa de P&D da ANEEL e, em outra dimensão, entraves devido à ausência de coordenação dos órgãos públicos como um todo, atestando um problema mais estrutural e não específico ao setor elétrico.

As empresas do setor ressaltaram a tentativa de tornar o processo inovativo mais dinâmico e integrado, através do Programa INOVA Energia de 2013, iniciativa de apoio às ações de fomento à inovação baseada na integração dos instrumentos de apoio financeiro do BNDES, da ANEEL e da FINEP. Porém, os entrevistados das empresas do setor elétrico reconheceram que o programa obteve resultados modestos e bem menores ao seu potencial. A causa desta frustração foi a falta de sistematização e integração dos procedimentos das três instituições envolvidas, sujeitando as empresas interessadas em cumprir as suas exigências de forma isolada e independente, o que estabeleceu um custo de transação muito elevado.

Por sua parte, 65% das entrevistas com representantes das empresas de bens e serviços, doravante denominadas por “fornecedores”, indicaram que não participaram do Programa de P&D da ANEEL por considera-lo inadequado aos objetivos de inovação ou ao tipo de atividade inovativa das suas companhias. Outro elemento destacado que inibe os processos de inovação nestas empresas, relacionado ao tema desta seção, consiste no desconhecimento de outros programas públicos de subsídio e, principalmente, de sua possível complementaridade ou compatibilidade com o Programa de P&D da ANEEL.

Do total de empresas fornecedoras entrevistadas, pouco mais de um terço afirmou que a escassez de fontes de financiamentos apropriadas é um obstáculo à atividade inovativa. Porém, outros fornecedores realizaram esforços inovativos, no período da análise, com uma parte significativa fora do Programa da ANEEL ou com outros recursos combinados ao Programa, nas escassas oportunidades possíveis. Vale destacar que algumas empresas fornecedoras entrevistadas colocaram que essas complementaridades poderiam ser significativamente melhor exploradas pelas políticas e pelos instrumentos de fomento à inovação dirigidos ao setor elétrico.

Nota-se que existe um universo expressivo de empresas fornecedoras consideradas de porte médio e, inclusive, pequeno, com reduzida disponibilidade de caixa para arcar com o prejuízo de um projeto possivelmente não aprovado no todo ou em parte (“glosado”), somado ao fato de não contarem com experiência considerável em projetos de P&D. Por isso, estas empresas acabam se aliando a outras com-

panhias para a formulação de megaprojetos, em busca da diminuição do risco da glosa¹. Entretanto, quando criam *expertise* na formulação de projetos, partem em busca de recursos menos rígidos.

Neste sentido, os projetos provocam um impacto indireto de longo prazo na geração de capacitações nestas empresas. Ainda assim, o desenho do Programa da ANEEL não propicia, facilita ou estimula a participação e a permanência neste instrumento de invocação setorial.

Entretanto, para os entrevistados da academia, a divulgação do Programa de P&D, em particular dos objetivos e temáticas das chamadas de Projetos Estratégicos, e de informações antecipadas sobre editais de outros órgãos públicos de fomento à inovação no setor ainda é reduzida. Esta percepção compromete a construção de novas parcerias estratégicas entre as empresas e a academia em uma perspectiva de médio e longo prazo. Destacaram a complexidade de monitorar e participar dos editais, expressando, inclusive, a necessidade de criar um departamento para rastreá-los ou a dedicação exclusiva de um docente responsável por esta atividade. Em suma, há carência de mecanismos mais ágeis e simplificados de divulgação dos editais, bem como destes serem mais objetivos e simples.

Por outro lado, a análise focada na academia indicou uma baixa sincronia entre os cronogramas dos programas de financiamento e os longos processos e entraves burocráticos², prejudicando o relacionamento entre empresas do setor, empresas fornecedoras e universidades. Como resultante, estas características limitam as possibilidades de construção de parcerias e redes mais estruturadas e consistentes para a realização de projetos, notadamente das chamadas estratégicas pelo Programa da ANEEL.

Por último, no que tange à integração com as diretrizes de outras políticas, os fornecedores destacaram a falta de aderência do Programa de P&D às recomendações em base às tendências tecnológicas apontadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

1 Não aprovação do projeto pela ANEEL e não reconhecimento do recurso investido como parte do exigido pelo Programa.

2 Expressos nas dificuldades de compatibilizar os tramites entre diferentes órgãos do governo nos processos de desenvolvimento de produtos ou processos, agravados pela burocracia interna das empresas e do próprio Programa de P&D.

6.1.2 - FALTA DE UMA VISÃO ESTRATÉGICA DO PROGRAMA DE P&D ORIENTADA A EXPLORAR O POTENCIAL DE ARTICULAÇÕES SISTÊMICAS EM TORNO DE INICIATIVAS DE LONGO PRAZO E ESTRUTURADA EM BASE ÀS DEMANDAS POR PARTE DA SOCIEDADE, ÀS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS QUE DETERMINAM O DESENVOLVIMENTO DO SETOR E ÀS CAPACIDADES E NECESSIDADES DOS SEUS ATORES.

Emerge dos capítulos anteriores do presente livro e, inclusive, de estudos anteriores (CGEE, 2015) que existem limitações para se apontar áreas e temas para investimento que sejam relevantes, em termos de desafios e oportunidades estratégicas, e factíveis, em termos de capacitações das empresas e universidades que atuam no setor elétrico.

De acordo com os procedimentos do Programa de P&D da ANEEL, os temas para investimentos em projetos de pesquisa não devem estar restritos a temas estáticos, pois as atividades desenvolvidas dentro do setor elétrico são amplas e dinâmicas. Como assinalado, *“a evolução tecnológica que está presente no dia a dia dos produtos e serviços associados a esse universo requer permanente atualização de conhecimentos, por parte das empresas e do órgão regulador, que deve identificar as prioridades do setor”*. (ANEEL, 2016).

Desta forma, na avaliação da ANEEL, há uma clara percepção de que os temas para investimento devem ser aqueles considerados estratégicos para o setor. Inclusive, a Agência torna público, através de seu portal e da agenda de prioridade regulatória enunciada para um horizonte de dois anos, todos os temas e subtemas que expressam os principais desafios tecnológicos e prioritários do setor³.

Entretanto, para os agentes do setor elétrico, os temas definidos pela ANEEL não são suficientes em abrangência ou não são claros, indicando, na prática, que muitos dos projetos de P&D apresentados não se enquadram em um tema pré-definido pelo manual do Programa. Nota-se que a existência na listagem de temas de uma categoria classificada como “outros” gera um alto volume de projetos sendo classificados nesta categoria genérica (CGEE, 2015).

Com o objetivo de impedir que os projetos de P&D sejam conduzidos pelas empresas para a resolução de problemas técnicos pontuais, os quais muitas vezes não refletem as necessidades gerais do setor elétrico, os entrevistados da academia defendem a intensificação das chamadas de projetos estratégicos, uma vez que incorporam demandas mais abrangentes e consideram as neces-

³ Todo o projeto de P&D deve ser enquadrado em um determinado tema e subtema. Em casos de um determinado projeto se enquadrar em mais de um tema, o PROP&D trata da seguinte forma: *“os temas não são excludentes, sendo possível, portanto, a existência de projetos que envolvam dois ou mais temas, hipótese em que se deve optar no enquadramento do projeto pelo tema predominante”* (ANEEL, 2016).

sidades mais prementes e estratégicas do setor. Esta demanda, inclusive, deve atender às perspectivas apontadas pela EPE e pelo ONS, sobre as quais já se expressou pouca aderência por parte do Programa.

Em referência ao aspecto estratégico, o Programa de P&D da ANEEL conta com as já mencionadas chamadas, via editais, de projetos estratégicos. Segundo a ANEEL (2016):

“Projeto de P&D Estratégico é aquele cujo tema é de grande relevância para o Setor Elétrico Brasileiro, compreendendo estudos e desenvolvimentos que integrem a geração de novo conhecimento tecnológico e exija um esforço conjunto e coordenado de várias empresas e entidades executoras”.

A chamada pública de um projeto de P&D estratégico é definida, sistematizada e elaborada pela ANEEL, sendo um processo complexo que envolve várias instâncias do marco institucional do Setor Elétrico Brasileiro (MME, EPE, ANEEL, BNDES e ONS). São temáticas de caráter estratégico, colocados em consulta pública através de notas técnicas que estabelecem critérios de escopos e resultados, sendo os projetos submetidos à avaliação inicial de um corpo técnico qualificado, composto por representantes do marco institucional. A ANEEL estabelece critérios para o acompanhamento da execução de cada projeto, por meio de reuniões técnicas ou workshops periódicos por ela convocados.

Um elemento importante a ser destacado nesta categoria de projetos de P&D é a formação de redes, envolvendo financiadores e executores, o que abre possibilidades estratégicas em termos de inovação. Neste sentido, o formato e o tamanho dos projetos reforçam as parcerias das grandes empresas do setor com universidades e fornecedores de grande porte, em geral de caráter transnacional. Em contraposição, não estimulam os fornecedores de menor porte e os prestadores de serviços independentes de capital nacional.

Nestes termos, a título de conclusão, o formato das chamadas dos projetos estratégicos do Programa de P&D (até 2015) possui o potencial de fortalecer e multiplicar a diversidade de articulações sistêmicas e virtuosas no setor, em torno de iniciativas estratégicas e de longo prazo.

Apresenta-se, assim, a importância de se estruturar mecanismos que sejam capazes de considerar e incluir diferentes necessidades, tanto dos atores do setor, quanto das funções que o mesmo deve desempenhar perante a sociedade brasileira, estabelecendo objetivos mais estratégicos ao Programa de P&D da ANEEL, que devem nortear o futuro do país.

6.2. OPERAÇÃO DO PROGRAMA DE P&D

6.2.1 - DIFICULDADES EM ESTIMULAR PROJETOS DE P&D COM FOCO NOS GRANDES DESAFIOS DO SETOR ELÉTRICO E COM ALTO GRAU DE INOVAÇÃO

De acordo com as entrevistas conduzidas ao longo da pesquisa, constatou-se uma percepção de que o principal instrumento de política de inovação do setor elétrico, o Programa de P&D da ANEEL, apresenta dificuldades em estimular a realização de projetos com foco nos grandes desafios do setor e com alto grau de inovação.

A partir de depoimentos de diversos atores envolvidos diretamente com o Programa, observa-se que os projetos de P&D tendem a se concentrar na solução de problemas técnicos pontuais. Neste sentido, muitas empresas possuem uma visão de curto prazo e priorizam a resolução de problemas internos imediatos, em detrimento de estratégias de longo prazo mais intensivas em inovação, por considerarem que faltam estímulos do Programa.

Os relatos de alguns entrevistados permitem averiguar que um dos fatores que conduz a esta postura conservadora por parte das empresas pode ser atribuída, em grande parte, ao risco de glosa dos projetos de P&D. Observa-se que, em muitos casos, a estratégia das empresas é reduzir a probabilidade de glosa ao invés de desenvolver projetos que aspiram um maior grau de inovação, o que inerentemente carrega maiores riscos e incertezas.

Conforme indicado no Capítulo 3, o fator de maior relevância que dificulta ou prejudica as atividades de inovação e P&D é a presença de “riscos econômicos excessivos”, o que inclui implicitamente, dentre outros fatores, o risco de glosa dos projetos, por ser um risco de prejuízo econômico.

Por outro lado, o Programa de P&D realizou um número relativamente escasso de chamadas estratégicas, as quais poderiam aumentar o seu foco em grandes desafios do setor elétrico. De acordo com alguns entrevistados, o Programa possui dificuldades em estimular projetos que abordem problemas cujas soluções se encontram na fronteira do conhecimento. A realização com maior frequência de chamadas para projetos estratégicos, ao dar forma a uma agenda contínua de iniciativas de inovação, possibilitaria a sinalização de oportunidades regulares para empresas e, assim, estimularia a adoção de estratégias empresariais de longo prazo mais intensivas em inovação, em detrimento de estratégias de curto prazo focadas na solução de problemas técnicos pontuais.

6.2.2 - REGULAÇÃO COMPLEXA E PROCESSOS BUROCRÁTICOS.

Observou-se, em diversas entrevistas, a necessidade de simplificação da regulação e das normas referentes à execução de projetos no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. De acordo com alguns depoimentos, as regras relacionadas à prestação de contas e à condução dos projetos de P&D não são suficientemente claras. As dúvidas, em geral, se referem a gastos possíveis e ao enquadramento em critérios de avaliação.

Além disso, inseguranças sobre as regras do Programa, assim como receios de glosa, tornaram-se mais comuns depois que a ANEEL parou de realizar a avaliação inicial de projetos não-estratégicos, os quais, durante o período do presente estudo, compõem a maioria dos projetos. Segundo depoimento, sem avaliações iniciais, os agentes perderam a oportunidade de retirar dúvidas acerca das regras do Programa com a ANEEL e a ausência da anuência parcial prévia da Agência gerou insegurança às empresas.

Outro obstáculo do Programa de P&D, identificado no estudo, é a complexidade burocrática. Na implementação de projetos de P&D, o principal problema apontado pelas empresas do setor elétrico foi a burocracia (88% dos entrevistados), seguida pela estrutura de prazos e pela dificuldade na identificação de mão de obra especializada para a realização de projetos. Segundo entrevista, o Programa de P&D envolve tantos processos burocráticos que profissionais com grande potencial de contribuição se sentem desencorajados a assumir a gerência de projetos.

Segundo entrevistas realizadas a representantes das universidades e de outras instituições de ciência e tecnologia, verificaram-se críticas aos trâmites burocráticos relacionados a mudanças em verbas e rubricas e à contratação de empresas fornecedoras de serviços ou equipamentos. Nota-se, entretanto, que o problema da burocracia não é de responsabilidade apenas da ANEEL. De acordo com entrevistas com fornecedores, por exemplo, empresas contratantes de projetos de P&D podem atrasar até 60 dias para aprovarem relatórios e pagarem as notas fiscais respectivas. Em razão disso, a estrutura de prazos do Programa deveria ser mais flexível e considerar o tempo perdido com determinados procedimentos burocráticos, como os mencionados acima.

Ainda com relação a processos burocráticos que têm lugar fora da ANEEL, as entrevistas apontaram um longo processo decisório por parte das empresas para aprovação de projetos. Este processo é, por vezes, vagaroso, considerando que a diretoria competente pode possuir um número muito grande de projetos para avaliar ou as empresas podem contratar serviços de consultoria para avaliar os projetos em etapa anterior a sua aprovação.

Independente do motivo, além da lentidão das empresas em assinar contratos de P&D, constata-se, também, um desencorajamento na retomada de projetos. Por exemplo, um projeto na fase de “pesquisa aplicada” pode ter dificuldades de ser retomado e passar para a fase de “desenvolvimento experimental”, pelo fato de que há a necessidade de um novo contrato e de que a assinatura do mesmo requer tempo.

Esta janela de tempo pode trazer mudanças tecnológicas significativas, oferecendo dificuldades para a retomada dos projetos, dada a possível necessidade de sua adaptação a novas circunstâncias. Ademais, esta janela de tempo pode fazer com que os membros da equipe idealizada para um projeto de P&D não estejam mais disponíveis no momento de sua implementação, o que demandará a procura de outros pesquisadores competentes para executá-lo.

6.2.3 - INFLEXIBILIDADE NA ALOCAÇÃO DE RECURSOS DENTRO DE PROJETOS, DE FORMA A DESCONSIDERAR AS ESPECIFICIDADES DE DIFERENTES ETAPAS DA CADEIA DE INOVAÇÃO.

Com base nas entrevistas realizadas, foi assinalado um certo nível de inflexibilidade na alocação de recursos dentro dos orçamentos dos projetos. Por exemplo, a ANEEL não considera razoável que os recursos de um projeto sejam alocados em proporção maior do que 30% em recursos humanos, nas etapas de fabricação de produtos, como na etapa de cabeça de série. Este posicionamento reflete uma dificuldade em reconhecer que inovações transcendem produtos e incluem modelos de negócios, os quais requerem recursos humanos para identificar e contratar fornecedores, divulgar produtos via marketing e realizar serviços pós-vendas.

Segundo outro depoimento, foi destacado um desconforto da ANEEL na alocação de, por exemplo, 80% de recursos na compra de equipamentos, mesmo sendo necessários para a execução do projeto. Este posicionamento não favorece a fabricação de produtos em etapas finais, usualmente dependentes de equipamentos e materiais. Assim, a alocação de recursos dentro de projetos enfrenta certa rigidez e obstáculos, aparentando desconsiderar algumas especificidades das diferentes etapas de inovação.

6.2.4 - RIGIDEZ NOS TERMOS DE APROPRIAÇÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, CESSÃO E LICENCIAMENTO.

A propriedade intelectual é compreendida pelo Programa de P&D como “*toda espécie de propriedade que provenha de concepção ou produto da inteligência humana*” (ANEEL, 2016).

Do ponto de vista legal, a questão da propriedade intelectual é tratada pelo Manual do Programa de P&D com base na Lei nº 9.610/1998, segundo a qual os direitos do autor estão resguardados nas obras intelectuais, e na Lei nº 9.279/1996, que regula os direitos e as obrigações relativas à propriedade industrial. Destaca-se que o Manual do Programa de P&D destaca os itens patente de invenção, patente de modelo de utilidade, registro de desenho industrial e registro de software.

A partir das entrevistas com representantes dos fornecedores, constatou-se que há uma assimetria de poder na divisão da propriedade intelectual que afeta a participação destas empresas nos projetos. Segundo estes depoimentos, a obrigatoriedade de ceder a propriedade intelectual desenvolvida no âmbito das atividades do Programa restringe a sua capacidade de aproveitamento dos ganhos com a inovação. Este posicionamento determina um forte desincentivo à participação de empresas fornecedoras e até de prestadores de serviços no Programa de P&D da ANEEL.

Por outro lado, os representantes das empresas do setor elétrico defendem a necessidade de tornar os mecanismos de propriedade intelectual mais flexíveis. Alguns argumentaram, por exemplo, que a manutenção de uma patente é capaz de agregar pouco monetariamente, gerando apenas mais custo e burocracia à empresa.

6.2.5 - OBSTÁCULOS À APRECIACÃO DE ESFORÇOS E DE RESULTADOS EFETIVAMENTE RELEVANTES EM AVALIAÇÕES FINAIS

As entrevistas identificaram obstáculos à apreciação de esforços e de resultados efetivamente relevantes em avaliações finais dos projetos de P&D. Por vezes, as avaliações finais dão maior ênfase à análise contábil dos projetos do que à análise das contribuições acadêmicas e científicas. Observou-se que, em alguns casos, a análise contábil dos projetos foi mais minuciosa e detalhada do que a avaliação das contribuições dos projetos notadamente no que concerne à originalidade e relevância.

Em outra direção, os representantes de fornecedores ponderaram que, em alguns casos, as avaliações finais valorizam de forma excessiva os produtos acadêmicos dos projetos, como dissertações, teses e artigos, em detrimento de outros aspectos, como os impactos práticos das inovações.

Por fim, os projetos de P&D, às vezes, são mais avaliados pela forma como são apresentados, com atenção para títulos impactantes e formatação, do que pelo conteúdo dos projetos em si. Este ponto particular, de acordo com entrevistados, levanta dúvidas sobre o conhecimento técnico dos avaliadores sobre as especificidades do setor elétrico.

Ainda com relação à apreciação de resultados efetivamente relevantes gerados pelos projetos de P&D, foi mencionado, por pesquisadores da área acadêmica, que a ANEEL provê pouca informação acerca da implantação dos produtos resultantes nos sistemas de produção das empresas. Às vezes, não é possível identificar se os produtos tiveram aplicação ou se ficaram nas “prateleiras” das empresas. Ademais, após a finalização dos projetos, em geral, o vínculo com pesquisadores se encerra, não tendo mais retorno a respeito da contribuição efetiva dos produtos gerados pelas pesquisas.

Nestes termos, as avaliações finais dos projetos poderiam gerar e se beneficiar de maiores retornos acerca da utilidade e aplicabilidade efetiva dos resultados da pesquisa. A disponibilização deste tipo de retorno poderia servir como fonte de motivação e, principalmente, poderia indicar os próximos passos a serem tomados para a superação de dificuldades e para o aprimoramento de determinadas tecnologias.

Em suma, as evidências obtidas nas entrevistas em relação aos critérios e objetivos das avaliações realizadas pela ANEEL indicam para a necessidade de serem revistos e aprimorados.

6.2.6 - DIFICULDADES E QUESTIONAMENTOS RELACIONADOS AO ENQUADRAMENTO EM CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Algumas dificuldades e questionamentos relacionados ao enquadramento em critérios de avaliação foram objeto de discussão nas entrevistas. Neste sentido, os projetos que envolvem a chamada “tropicalização” de equipamentos e visam a sua nacionalização, com o objetivo de reduzir a dependência de tecnologias estrangeiras, cuja importação é cara, possuem dificuldade em atender o critério de originalidade.

Outros critérios, como aplicabilidade e relevância, segundo entrevistas realizadas, deveriam possuir maior peso do que o critério de originalidade. Por exemplo, os projetos que solucionam problemas do setor são importantes mesmo que não atendam ao critério de originalidade. Observou-se, ainda, que a originalidade é supervalorizada nas avaliações quando comparada aos critérios de aplicabilidade e relevância.

Por fim, segundo depoimentos, há dificuldades na elaboração de estudos de anterioridade, necessários para que o projeto se enquadre no critério de originalidade. Avaliou-se que estes estudos são, por vezes, comprometidos pela deficiência na divulgação dos projetos em andamento e dos resultados dos projetos concluídos.

Adicionalmente, foi também apontado que o critério de originalidade não deveria possuir peso superior ao potencial de mercado do produto desenvolvido. Foram

realizadas sugestões no sentido de o Programa de P&D da ANEEL adotar critérios de estímulo à geração de produtos novos e mais comercializáveis, mesmo que estes não possuam alto grau de originalidade. Uma ideia aventada foi de que se consumisse mais tempo com a busca de funcionalidade e resultados comercializáveis do que com a busca de originalidade.

Por fim, alguns entrevistados sugeriram a revisão do critério de originalidade, pois, ainda que o produto final de um projeto possua características semelhantes ao produto final de outro projeto, a qualidade dos dois produtos não necessariamente terá o mesmo nível.

6.2.7 - RISCOS E ENTRAVES PARA ENQUADRAMENTO DE PROJETOS NÃO TECNOLÓGICOS (INOVAÇÕES ORGANIZACIONAIS, SOFTWARES, MODELO DE NEGÓCIO, ETC.).

Foi constatado, através das entrevistas, que o Manual do Programa de P&D pela ANEEL incorre em um erro conceitual ao não classificar projetos de natureza não tecnológica que envolvem inovações organizacionais, desenvolvimentos de modelos de decisão e inovações regulatórias. Por outro lado, as mudanças organizacionais que são caracterizadas como relevantes pelos representantes das empresas do setor elétrico não estão previstas como elemento de caráter organizacional no Manual. Embora não sejam proibidas, conseguir a aprovação da ANEEL representa um grande desafio e risco às empresas, pois envolve questões de formalização da jurisprudência da avaliação.

Para os representantes dos fornecedores, o Manual não possui um entendimento adequado no que diz respeito aos softwares que atendam às expectativas em direção a inovações em serviços.

6.3. ARTICULAÇÃO DOS ESFORÇOS INOVATIVOS E GERAÇÃO DE DEMANDA PARA OS PRODUTOS RESULTANTES

6.3.1 - FALTA DE CLAREZA SOBRE A DEFINIÇÃO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO, INOVAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE COMPETÊNCIAS

A falta de clareza sobre o entendimento de conceitos fundamentais de inovação pode estar relacionada a entraves e limitações práticas que se observam nas inicia-

tivas de P&D. Em primeiro lugar, destaca-se o desalinho e a imprecisão quanto ao conceito de “inovação”. Por um lado, o Programa se conceitua como um programa de P&D, o que é definido na literatura de referência, o Manual Frascati (OCDE, 2002), como o trabalho criativo rotineiro para aumentar o estoque de conhecimento e criar novas aplicações a partir de seu uso. Especificamente, o conjunto de atividades agrupadas sob esta sigla usualmente se dividem nas seguintes etapas.

- i. Pesquisa Básica: trabalho teórico ou experimental realizado com o objetivo primordial de adquirir um novo entendimento dos fundamentos por trás de um fenômeno ou dos fatos observados, sem ter em vista qualquer aplicação ou uso particular;
- ii. Pesquisa Aplicada: investigação original conduzida de forma a adquirir um novo conhecimento, direcionada a um objetivo prático; e
- iii. Desenvolvimento Experimental: trabalho sistemático de aplicação do conhecimento gerado, a partir da pesquisa e da experiência prática, direcionado à produção de novos materiais, produtos e aparelhos, à instalação de novos processos, sistemas e serviços ou ao aprimoramento substancial daqueles já produzidos ou instalados.

Por outro lado, o objetivo final do Programa de P&D da ANEEL fica evidente nas seguintes passagens (ANEEL, 2012):

“Estes projetos deverão estar pautados pela busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica. (p. 7)(...) Deseja-se promover e viabilizar o ciclo completo da cadeia da inovação, incentivando a associação de empresas em torno de iniciativas que disponham de escala apropriada para desenvolver conhecimento e transformar boas ideias, experimentos laboratoriais bem sucedidos e qualidade de modelos matemáticos em resultados práticos que melhorem o desempenho das organizações e a vida das pessoas. (p. 14)”

Portanto, identifica-se claramente como objetivo último do Programa a introdução de inovações, dada a ênfase na aplicação efetiva de soluções e melhorias dentro da empresa ou fora dela. Ao mesmo tempo, é atribuído destaque ao impacto sobre a esfera difusa do interesse público, ao enfatizar “a vida das pessoas”. Deste

modo, o objetivo do Programa está alinhado ao desenvolvimento e à introdução de inovações que sejam efetivamente percebidas pela sociedade

Destaca-se, assim, a definição de inovação consagrada na literatura de referência (OCDE, 2007): “*Inovações Tecnológicas de Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias em produtos e processos*”.

O fato de as atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental não cobrirem todo o processo relevante para que se logre uma efetiva inovação fez com que a revisão do Manual do Programa de P&D, publicada em 2008, incorporasse explicitamente outras atividades, denominadas “etapas do processo inovativo”, sendo elas cabeça de série, lote pioneiro e inserção no mercado. Entretanto, há três problemas ou desafios que emergem da forma como estão formalizados e são operacionalizados estes conceitos no Programa de P&D da ANEEL, analisados a seguir.

O primeiro é uma questão de forma, mas que pode, eventualmente, induzir a viés de entendimento prático. Trata-se do desalinhamento entre o nome do programa e o que ele se propõe. P&D é um elemento de insumo ao processo inovativo e não o seu resultado, que é a inovação. Portanto, o foco prático, considerando a força indutora que possui um título, apenas nas atividades de P&D dificilmente contribui para gerar efetivas inovações. Esta questão foi recorrentemente identificada na pesquisa empírica realizada pela presente análise, bem como em estudos de avaliação anteriores, já mencionados (IPEA e CGEE). Todos apontam para iniciativas que, em sua maioria, não avançaram para além do desenvolvimento experimental. Todavia, em seu detalhamento, o Manual do Programa deixa evidente que se propõe mais do que apenas a realização de P&D *stricto sensu*.

Além disso, há outro desdobramento mais sutil, porém igualmente desafiador. O conjunto das atividades de “esforço inovativo” inclui muito mais do que apenas o P&D enquanto atividade estruturada. Envolve, por exemplo, o aprendizado prático dentro das organizações, o aprendizado por interações com outras organizações, os esforços de capacitação, a aquisição tecnológica, etc. Mais uma vez, reconhece-se que o Manual do Programa e os procedimentos publicados mais recentemente (ANEEL, 2016) preveem que sejam realizadas atividades desta natureza, mas apenas de forma limitada e complementar, associada ao P&D *stricto sensu*. Isto pode estar na raiz das limitações, apontadas por vários entrevistados ao longo desta pesquisa, de focar nestas outras atividades e direcionar parcelas significativas de recursos para tais.

O segundo potencial desafio está relacionado ao foco prioritário atribuído às inovações de produto, o que se identifica na concepção das chamadas “etapas do

processo inovativo”. A geração de cabeça de série e de lote pioneiro e a inserção em mercado fazem referência direta a um produto, porém as inovações de processo não se enquadram bem nesta lógica de etapas. Outras atividades podem ser de maior relevância para fazer com que o resultado do desenvolvimento experimental chegue a constituir uma inovação de processo, dentre elas testagem, metrologia, normalização, regulamentação técnica, avaliação de conformidade e seus mecanismos, como ensaios, certificação, projetos industriais, etc.

Além disso, ao se ampliar o escopo de entendimento de inovação para além das inovações tecnológicas, adentra-se no escopo das inovações organizacionais, que podem compreender inovações institucionais e regulatórias, reestruturação de processos, práticas de gestão e marketing, inovações em software com impacto sobre a organização e, até mesmo, modelos de negócio, em sentido mais amplo. As entrevistas realizadas demonstraram que há um claro amadurecimento da ANEEL neste sentido, uma vez que tem ampliado o seu entendimento e validado muitos projetos que incluem estes outros tipos de inovação. Ao mesmo tempo, as entrevistas também explicitam certo receio das empresas de desviarem demais do padrão tradicional, empreendendo projetos com grande volume de recursos dedicados exclusivamente a estas outras formas de inovação. Neste sentido, a explicitação e formalização de um entendimento mais amplo de inovação pode contribuir para o aprimoramento do Programa de P&D da ANEEL.

O terceiro desafio está relacionado à própria visão estruturada em etapas delimitadas e subsequentes. Esta perspectiva se aproxima muito de uma visão linear do processo inovativo, entendido como um fluxo essencialmente unidirecional de etapas, ao final das quais resulta, eventualmente, uma inovação. Em oposição, a literatura recente explicita o caráter não linear e sistêmico do processo inovativo (FREEMAN, 1995). Mesmo que atividades, como, por exemplo, pesquisa aplicada e lote pioneiro, envolvam lógicas e práticas distintas e mereçam, portanto, o reconhecimento como atividades diversas, a literatura consagrada recusa a ideia de um fluxo unidirecional ao longo de etapas.

Nota-se que os esforços de pesquisa aplicada podem gerar insumos interessantes para o desenvolvimento experimental, mas o avanço nesta última pode explicitar a necessidade de se acessar novas bases de conhecimento associadas à pesquisa básica. Por outro lado, o esforço de inserção em mercado pode gerar aprendizados que tornem necessárias alterações e adaptações que podem requerer um novo esforço em desenvolvimento experimental. E assim por diante. Muito mais do que ter que eventualmente “dar um passo para trás para dar dois para frente”, o que na essência preserva uma visão linear das etapas, a inovação deve ser entendida

como um processo complexo e não previsível, no qual diferentes tipos de esforço são mobilizados simultaneamente, resultados intermediários podem gerar novas buscas e fracassos constituem uma importantíssima base de aprendizado sobre “o que não funciona”.

Este conjunto de desafios foi, em grande parte, explorado em iniciativas anteriores de avaliação. Especialmente, o estudo do CGEE (2015) propôs um conjunto de adaptações para melhor explicitar que o Programa almeja esforços relacionados a uma visão moderna da inovação. Inclusive, este estudo propôs que o nome do Programa incorporasse o conceito de inovação, passando a constar como “Programa de PD&I”. Contudo, as propostas do referido estudo não problematizam a visão de etapas e potencialmente linear da atividade inovativa, o que está subjacente à opção de associar os projetos às seis etapas definidas..

Identifica-se, portanto, amplo escopo para um melhor alinhamento explícito do nome do Programa e de seus procedimentos formalmente previstos ao objetivo final da inovação e a uma visão sistêmica e não linear da atividade inovativa.

6.3.2 - POUCA RELEVÂNCIA DE PD&I COMO VARIÁVEL ESTRATÉGICA NA GESTÃO DAS EMPRESAS E NA ATUAÇÃO DO ÓRGÃO REGULADOR E DE OUTRAS INSTITUIÇÕES DO SISTEMA ELÉTRICO

De modo geral, as entrevistas realizadas no âmbito da pesquisa evidenciam que as atividades de P&D, em sentido estrito, e os esforços inovativos, em sentido amplo, foram considerados pouco relevantes, no período de 2008 a 2015, como variáveis estratégicas na gestão das empresas. As áreas de P&D ocupavam posição de pouco destaque dentro do organograma da companhia, estando, com frequência, subordinadas à diretoria de regulação ou à diretoria de operação. Ou seja, a atuação prática em matéria de P&D indicava estar associada a oferecer respostas aos desafios e requerimentos impostos pelo órgão regulador ou a prover soluções pontuais a problemas operacionais das empresas. Em ambos casos, isto se distancia muito de uma visão de inovação como variável estratégica central das empresas do setor elétrico.

Na prática, os representantes das empresas do setor elétrico entrevistados indicaram que, no período da análise, as companhias não tinham desenvolvido e introduzido produtos e tecnologias com foco competitivo e não possuíam infraestrutura organizacional capaz de suportar esta nova estratégia.

De forma mais específica, muitas entrevistas explicitaram este descompasso em termos práticos. Problemas inerentes à organização com muita frequência são

equacionados pela área operacional antes que os projetos de P&D sejam concluídos. Neste sentido, conclui-se pela falta de diálogo entre os diferentes setores das empresas e o *timing* de inovação, sendo este curto demais para iniciativas de “fôlego” e longo demais para soluções operacionais.

De maneira complementar, as entrevistas realizadas com representantes das empresas fornecedoras e prestadoras de serviços destacam a alta rotatividade dos recursos humanos dedicados à gestão do Programa de P&D dentro das empresas do setor elétrico. Dificulta-se, assim, o amadurecimento das redes de relações, que são essenciais para articular interesses convergentes e capacitações complementares. Na prática, estas redes se estabelecem entre pessoas e sua base se forma pela interação frequente.

Como consequência, dificilmente as atividades de P&D e de inovação, em sentido amplo, constituem uma variável estratégica nas empresas. Isto tem gerado uma falta de continuidade nas iniciativas, que ficam caracterizadas como projetos pontuais encerrados em si mesmo, em vez de serem partes de um programa de inovação mais amplo da companhia. Destaca-se que um efetivo programa de inovação tem como pré-requisito a construção de uma visão estratégica de médio e longo prazo de evolução da empresa e de como os desafios tecnológicos e organizacionais se relacionam com esta visão.

Soma-se à baixa relevância estratégica da inovação no escopo das empresas, a percepção, explicitada por muitos entrevistados nesta pesquisa, de que a inovação também não constitui uma variável central dentro da cultura organizacional das instituições vinculadas ao setor elétrico. Conforme apresentado em capítulos anteriores, a EPE e o ONS têm mobilizado esforços para constituir perspectivas estratégicas de médio e longo prazo em termos de desafios tecnológicos. Contudo, estes esforços ainda não estão difusos, em sentido amplo, na prática e no planejamento destas organizações.

6.3.3 - CUSTOS E INCERTEZA TECNOLÓGICA RELACIONADOS AO ESFORÇO DE TRANSFORMAR UM PROTÓTIPO EM UM PRODUTO NOVO, PRODUZIDO EM ESCALA INDUSTRIAL E INSERIDO NO MERCADO

Os desafios expostos nesta subseção não são intrínsecos ao Programa de P&D da ANEEL e dizem respeito à atividade de inovação em geral. Trata-se daquilo que tem sido abordado na literatura como o “vale da morte da inovação”.

Uma vez realizadas as atividades de P&D *strito sensu* e produzido um protótipo ou

conceito com potencial econômico, existe o desafio de criar um produto em escala industrial (ou processo incorporado à tecnologia produtiva) e estruturar um negócio baseado nesta potencial inovação, seja iniciando efetivamente uma empresa (*startup*), seja estruturando uma linha de negócio com base na tecnologia ou no conceito inovador. É inerente ao sistema de inovação brasileiro, e de muitos países, a disponibilidade de grande quantidade de recursos, de um lado para as atividades iniciais de P&D e, de outro lado, para investimentos em participações e aquisições de tecnologias ou empresas, relacionadas a uma inovação que já começa a lograr êxito em sua inserção em mercado.

No meio, as empresas enfrentam altos custos e uma significativa escassez de recursos para transformar conceitos e tecnologias com potencial em efetivas inovações associadas a um modelo de negócio. Ao longo deste “vale da morte”, um segundo fator fundamental é a dimensão das incertezas tecnológicas enfrentadas. Conforme amplamente consolidado na literatura, a inovação é entendida como uma atividade essencialmente incerta (DOSI, 1988) e dispor de uma tecnologia ou conceito com potencial não significa que as etapas subsequentes sejam de menor nível de incerteza.

A contraposição destes riscos com os custos inerentes às atividades inovativas do “vale da morte” assume uma conotação mais significativa em função da especificidade do setor elétrico. Uma vez que se trata de um setor concentrado e dominado por um conjunto limitado de grandes empresas, que tendem a optar por um padrão tecnológico coerente e consolidado, a incerteza quanto à efetiva aceitação de uma inovação no mercado é majorada.

O Programa de P&D da ANEEL prevê que sejam realizados projetos centrados nas atividades de cabeça de série, lote pioneiro e inserção em mercado, porém estes projetos dependem da iniciativa e liderança das empresas dos grupos do setor elétrico no escopo do Programa. Destaca-se que estas empresas enfrentam uma estrutura de incentivos completamente distinta daquela que enfrentam fornecedores e prestadores de serviços com relação a esta inovação em potencial.

Conforme explicitado acima, em sua maioria, as empresas do setor elétrico não visualizam, na inovação, em vetor estratégico central. Além disso, o tempo da tramitação burocrática entre o encerramento de um projeto que chegou até uma dada etapa e a celebração de outro contemplando etapas subsequentes (conforme prática consolidada) pode não ser compatível com o *timing* para que uma inovação logre sucesso em mercado, de acordo com o assinalado anteriormente por entrevistados.

Portanto, constitui um desafio prover mecanismos e incentivos que abrandem a relação “incerteza x custo”, de forma que seja atrativo para que as empresas fornecedoras, prestadoras de serviços, *startups*, etc. efetivamente busquem a inserção de produtos inovadores em mercado.

6.3.4 - RISCOS ECONÔMICOS RELACIONADOS AO USO DE EQUIPAMENTOS NOVOS, AINDA NÃO CONSAGRADOS NO MERCADO

Os desafios analisados nesta breve subseção são complementares àqueles examinados na subseção anterior, uma vez que focam no outro lado da potencial aquisição de uma tecnologia inovadora, o lado da empresa do setor elétrico. Nota-se que, enquanto potencial usuária de um produto inovador, a empresa do setor enfrenta um elevado risco econômico.

Conforme explicitado em diversas entrevistas ao longo deste estudo, as empresas do setor elétrico se encontram comprometidas com contratos de longo prazo de geração, transmissão e distribuição de energia e um eventual descumprimento destes contratos, por falhas técnicas, por exemplo, pode implicar em custos e sanções significativas a elas. Isto contribui para que estas companhias tenham um posicionamento conservador na escolha de tecnologias e equipamentos, tendendo a optar por aqueles já consagrados internacionalmente.

Neste contexto, a estrutura de incentivos vigente não oferece estímulos significativos para que as empresas do setor apostem, desenvolvam, adquiram e utilizem tecnologias e equipamentos inovadores, criados no escopo do Programa de P&D da ANEEL.

6.3.5 - INTERFACES COM OUTRAS POLÍTICAS PARA GARANTIR ESTÍMULO À DEMANDA NÃO SÃO EXPLORADAS

Por fim, faz-se uma breve referência a um desafio que está mais estreitamente relacionado à Seção 1 desta Capítulo, a qual diz respeito à visão estratégica do Programa de P&D da ANEEL e sua articulação com outras políticas públicas. Conforme explorado anteriormente, existe um amplo espaço para se avançar na articulação de instrumentos e programas de fomento à inovação de diferentes organizações no âmbito do Setor Elétrico Brasileiro.

Os desafios analisados nas duas subseções anteriores podem vir a ser equacionados, em parte, através de alterações no Programa de P&D, criando novos incentivos, mas também mediante a articulação de políticas de diferentes organizações. Este potencial de articulação se mostra especialmente relevante no escopo do desafio de associar os esforços inovativos com a demanda para os produtos resultantes. Esta articulação potencial tem sido explorada, como no caso do Programa Inova-Energia (Finep e BNDES), mas constitui uma experiência pontual com resultados relativos e pouco positivos, conforme destacado anteriormente.

Em suma, a efetiva mobilização da demanda para os resultados dos projetos do Programa de P&D da ANEEL ainda constitui um desafio em aberto, como é de se esperar para um programa de inovação, em um setor que enfrenta grandes transformações e em um país em desenvolvimento. As alternativas de aprimoramento indicam as possibilidades, entre outras, de criação de mecanismos e alteração de incentivos inerentes à relação entre atores econômicos privados, seja mobilizando o potencial de demanda das encomendas, seja mediante compras públicas.

6.4. ARTICULAÇÃO E COOPERAÇÃO ENTRE EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO E OUTROS SEGMENTOS

6.4.1 - VEDAÇÕES DO PROGRAMA QUE CRIAM OBSTÁCULOS A PARCERIAS INTERNACIONAIS

Com base nas entrevistas realizadas no âmbito da presente pesquisa, constata-se que o envolvimento com parceiros estrangeiros em projetos de P&D é desejada por organizações que participam do Programa da ANEEL, particularmente pelos representantes da academia. O entendimento é de que universidades e ICTs podem encontrar, no Programa da ANEEL, uma oportunidade de ampliar e dinamizar o processo de internacionalização, tão relevante e pertinente para inovação. A maior articulação com parceiros acadêmicos estrangeiros, por sua vez, é vista como uma maneira de adensar as capacitações científico-tecnológicas de instituições brasileiras. Assim, os efeitos positivos desta melhora poderiam se refletir no Setor Elétrico Brasileiro com o aumento da capacidade de parceiros acadêmicos em contribuir para os projetos de P&D.

A regulação sobre a temática de parceria institucional internacional não é vedada, no todo, pelas regras atuais. Conforme indicado pela ANEEL (2016), “a participação de pesquisador estrangeiro (...) deve ser por meio de contratação direta pela entidade executora nacional, podendo ocorrer, nesse caso específico, no Brasil ou em seu país de residência” (IBID, 2016).

Na outra direção, há a proibição explícita para casos em que se pretenda contratar diretamente uma entidade estrangeira sem CNPJ no Brasil, sejam empresas, universidades ou ICTs. Ou seja, a formalização de uma relação institucional com parceiros estrangeiros, inclusive parceiros acadêmicos, só é possível através da contratação direta de pessoa física, sendo vedadas contratações diretas de pessoa jurídica.

Logo, não há uma barreira absoluta à cooperação com atores internacionais no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. No entanto, a proibição de colaboração através da contratação direta de entidades – pessoas jurídicas – ainda pode ser caracterizada como um obstáculo. A atual regra favorece modelos de interação mais pontuais, entre profissionais, não abrindo espaço para parcerias de maior profundidade, entre instituições. Sob esta perspectiva, de que articulações institucionais possuem um maior potencial de gerar desdobramentos positivos para as universidades e ICTs brasileiras, que se colocam as recomendações de aprimoramento do Programa.

6.4.2 - RIGIDEZ NOS TERMOS DE APROPRIAÇÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, CESSÃO E LICENCIAMENTO

A propriedade intelectual é compreendida pelo Programa de P&D como “*toda espécie de propriedade que provenha de concepção ou produto da inteligência humana*” (ANEEL, 2016). Do ponto de vista legal, a questão da propriedade intelectual é tratada pelo Manual segundo a Lei nº 9.610/1998, na qual se destaca o artigo 7º, que descreve em quais obras intelectuais os direitos do autor estão resguardados, e a Lei nº 9.279/1996, que versa sobre os direitos e as obrigações relativos à propriedade industrial, destacando-se os itens:

- i. Patentes de invenção;
- ii. Patentes de modelo de utilidade;
- iii. Registros de desenho industrial; e
- iv. Registros de software.

Dentro da concepção apresentada, o Programa possui, entre suas determinações, o requerimento de que as concessionárias devam apropriar-se total ou parcialmente dos direitos de propriedade intelectual gerados a partir dos projetos. A lógica deste requerimento deriva da natureza pública dos recursos investidos e a participação nos direitos de propriedade intelectual deve ocorrer com base na contrapartida aportada por cada parceiro de um projeto, de maneira proporcional.

A partir do relato dos representantes das empresas fornecedoras de bens e serviços, colhidos em pesquisa de campo descrita anteriormente, constatou-se que esta regra é um obstáculo à formação de parcerias em projetos. No caso específico de fornecedores

de menor porte, tais como empresas de base tecnológica, prestadores de serviços especializados e startups, há uma assimetria de poder na divisão da propriedade intelectual que afeta a sua participação em projetos. Esses parceiros, além de tenderem a valorizar mais ativos como patentes, registros e afins em seus portfólios, possuem menor capacidade de oferecer contrapartidas financeiras em comparação com as empresas do setor elétrico de grande porte. Além disso, no escopo das contrapartidas econômicas, dificilmente se reconhece, no conjunto de capacitações diferenciadas que estas empresas podem aportar, uma contrapartida objetivamente mensurável.

Por outro lado, segundo resultados da pesquisa, a obrigatoriedade de ceder parcial ou totalmente a propriedade intelectual gerada no âmbito das atividades do Programa restringe a capacidade de aproveitamento dos ganhos com a inovação. Isso é um fator que desincentiva a participação de fornecedores e prestadores de serviço em projetos do Programa de P&D da ANEEL.

Para as universidades e ICTs públicas, questões legais fazem com que existam, nestas instituições, exigências para a detenção de direitos de propriedade intelectual em pesquisas com participação de seus colaboradores. Estas exigências respondem a determinações institucionais e nem sempre refletem os objetivos dos grupos de pesquisa de fato envolvidos nos projetos. Assim, ao lado dos requerimentos impostos pelo Programa às empresas do setor elétrico, estas exigências das instituições públicas acabam gerando controvérsias em processos de negociação contratual descoladas dos reais interesses das partes envolvidas.

Em suma, os esforços de pesquisa realizados no período da análise (2008-2015) revelam que a rigidez em torno do tópico de propriedade intelectual pode, em alguns casos, dificultar a formação de parcerias e redes em torno de projetos de P&D. De forma mais específica, este ponto é encarado como um problema do ponto de vista dos fornecedores de menor porte e de membros da academia, contudo não é uma questão recorrentemente apontada por fornecedores tradicionais (de maior porte) ou para a colaboração entre empresas do setor elétrico.

6.4.3 - DIFICULDADES PARA ENQUADRAR E MENSURAR CONTRAPARTIDAS ECONÔMICAS EM PROJETOS (INCLUSIVE CAPACITAÇÕES ACUMULADAS E MOBILIZADAS POR PARCEIROS)

De acordo com análise anterior, o estabelecimento de parcerias entre empresas e outros atores no âmbito do Programa de P&D exige o cumprimento de regras e requisitos por parte de todos. Um requisito é a comprovação, por parte da organização parceira, do aporte de contrapartida nos projetos, para que haja a divisão da

propriedade intelectual eventualmente gerada. A caracterização e o dimensionamento das contrapartidas, no entanto, são previstos pela ANEEL em termos quantitativos e financeiros. Destaca-se que o foco é a valoração de recursos diretamente aportados, como investimentos financeiros, horas trabalhadas ou custeio dos insumos aplicados diretamente na pesquisa.

Esse tipo de métrica torna difícil captar a contribuição de outros tipos de recursos que nem sempre são redutíveis e tangíveis à valoração financeira ou se limitam ao período de implementação dos projetos. Nestas categorias, encontram-se as bagagens de conhecimentos e as competências científico-tecnológicas aportadas por parceiros de projetos, cujo valor da contribuição é predominantemente qualitativo. Para o efetivo processo de inovação, é recorrente a necessidade de articular conhecimentos e competências que, eventualmente, podem ser altamente específicos e que uma só empresa não domina. Neste sentido, o foco no valor financeiro das contrapartidas e na sua efetivação no período de implementação do projeto pode subestimar ou mesmo desconsiderar as contribuições desses conhecimentos e capacitações.

6.4.4 - ENTRAVES BUROCRÁTICOS E AUSÊNCIA DE INCENTIVOS PARA MAIOR ARTICULAÇÃO COM OUTROS SETORES (FORNECEDORES, PRESTADORES DE SERVIÇOS E OUTROS SEGMENTOS NAS CADEIAS PRODUTIVAS)

O foco de atuação das empresas do setor elétrico está na prestação de serviços ligados à geração, transmissão e distribuição de energia, segundo regras de atendimento e normas regulatórias. Evidentemente, como em qualquer empresa, existe a preocupação com o aperfeiçoamento de técnicas e métodos aplicados no processo produtivo e na implementação de novas tecnologias. Não é comum, contudo, que as atividades de desenvolvimento, *stricto sensu*, de novos produtos e processos encontrem nas empresas uma estrutura organizacional robusta e especificamente voltada a este fim. De fato, conforme o apontado pela pesquisa de campo realizada no âmbito da pesquisa, os departamentos voltados para P&D, via de regra, não se situam hierarquicamente próximos à alta gerência, apesar da inovação ser reconhecida como um tema importante por todo o Setor Elétrico Brasileiro.

Os projetos de P&D realizados e analisados pela atual pesquisa, com algumas exceções, se voltam à solução de problemas técnicos pontuais ou a pesquisas básicas e não preveem a criação e a comercialização de produtos novos ou aperfeiçoados. De fato, os dados disponibilizados pela ANEEL sobre o Programa de P&D demonstram que apenas uma proporção pequena dos projetos realizados se enquadra nas etapas

finais da cadeia de inovação, isto é, aquelas mais próximas da inserção no mercado. Em parte, esta configuração reflete os hábitos e as rotinas estabelecidos em parte do setor, que desenvolvem estratégias de inovação mais conservadoras, focadas em melhorias incrementais de tecnologias estabelecidas ou em procedimentos operacionais. Por outro lado, esse padrão também evidencia a dificuldade encontrada pelo Programa da ANEEL em estimular a criação de redes entre as empresas do setor elétrico e outros parceiros capazes de aportar capacitações e culturas tecnológicas e produtivas, para o desenvolvimento de novos produtos, e em trazer perspectivas diferentes sobre desafios a serem endereçados pelos esforços de inovação.

As parceiras acadêmicas são muito frequentes nas redes atualmente formadas no âmbito do Programa, conforme já apontado anteriormente. Essa articulação frequentemente, segundo entrevistados, leva a que o Programa seja caracterizado por um viés muito acadêmico, uma vez que há a participação menor de outros tipos de parceiros nas redes. Um dos resultados desta tendência é a frequência também alta de projetos de P&D enquadrados como pesquisa básica ou pesquisa aplicada.

Por fatores mencionados anteriormente, a questão do distanciamento dos esforços de inovação realizados e a baixa introdução de novos produtos e processos no mercado podem ser enfrentadas através de maiores estímulos a parcerias com diferentes tipos de atores, com outras capacitações e demandas, como fornecedores tradicionais e empresas de outras cadeias produtivas. Estes condicionantes poderiam ser considerados e mesmo exigidos nos editais das chamadas estratégicas e em futuro aprimoramento do Manual do Programa.

Compreende-se que o desenho atual do Programa, apesar de não dar estímulos explícitos a um tipo de parceiro em detrimento de outros, traz elementos que favorecem a articulação com a academia, ao mesmo tempo em que não encoraja, de forma específica, as parcerias com os outros atores mencionados. Por exemplo, a avaliação *ex post* dos projetos pela ANEEL, tanto pelos seus critérios, quanto na forma como é feita, gera incertezas substantivas para as empresas com relação às possibilidades de glosa dos gastos realizados nos projetos de P&D. Assim, uma forma encontrada pelas concessionárias para reduzir os riscos de glosa é buscar parceiros acadêmicos para seus projetos, conforme o apontado em capítulos anteriores.

Por outro lado, os aspectos relacionados ao que foi denominado por “burocracia”, englobando rigidez das regras sobre enquadramento, possibilidades de gastos em projetos e restrições à tropicalização de tecnologias estrangeiras, foram apontados anteriormente como elementos do Programa que, não explicitamente, desincentivam a participação de fornecedores tradicionais. De fato, os resultados obtidos na pesquisa de campo realizada mostram que a maior parte dos projetos

de P&D executados por empresas do setor elétrico em parceria com fornecedores tradicionais ocorreu fora do escopo do Programa da ANEEL.

Com relação a empresas de outros segmentos produtivos, o Programa de P&D tem realizado progressos inovadores, tomando-se como exemplo a estruturação da Rede de Inovação do Setor Elétrico, focada na mobilidade elétrica, que gerou a articulação do Setor Elétrico Brasileiro com o setor automobilístico. Essas iniciativas, contudo, ainda são recentes, podendo ser somadas a outras medidas, mas indicam uma determinação consciente da ANEEL com o compromisso de tornar o Programa mais eficiente.

As questões burocráticas mencionadas desincentivam determinados atores a participar de redes no desenvolvimento de projetos de P&D. Além de afetar de forma específica alguns tipos de agentes, também possuem impactos negativos gerais sobre as possibilidades de estabelecer parcerias em projetos. Em geral, esses problemas burocráticos estão associados à rigidez e a exigências excessivas, relacionadas a prazos, gastos, alterações nos gastos e morosidade de processos de aprovação, validação e avaliação.

No que diz respeito à pouca flexibilidade das regras, duas questões foram apontadas como obstáculos à formação de redes:

- i. Elevadas exigências quanto ao detalhamento e à forma como deve ser prevista a alocação de gastos e de tempo nas atividades dos projetos de P&D. Conforme o Manual do Programa de P&D, estes pontos devem ser definidos logo no início do projeto e com grande nível de detalhamento, sendo um dos focos principais da fiscalização; e
- ii. Dificuldades em realizar alterações nas alocações definidas, dado o rigor e as exigências quanto a este tipo de operação por parte da burocracia.

A rigidez com relação ao tempo e aos gastos é incompatível com parceiros que enfrentam desafios em termos de *budget* ou de *timing* para se inserir em projetos. Este é o caso de *startups*, empresa ágeis e com capacitações específicas, mas que possuem restrita capacidade financeira para lidar com a morosidade da burocracia e apresentam pouca margem para acomodar os riscos dentro de um projeto de orçamentos e prazos excessivamente rígidos.

O exemplo das *startups* pode ser considerado um caso extremo em comparação a outros parceiros, tais como fornecedores, prestadores de serviços ou mesmo ICTs, os quais também apontaram a burocracia como um elemento que desestimula a formação de redes mais amplas e diversificadas.

Por fim, foram assinalados excessos de exigências administrativas internas às próprias empresas para desenvolver projetos no âmbito do Programa. Este excesso de trâmites deriva, em parte, dos mecanismos que as concessionárias criam para lidar com a complexidade da regulação e com as incertezas a ela associadas. Por outro lado, parte desta burocracia interna deriva das relações entre o departamento/área de P&D com as demais divisões organizacionais das empresas. Aparentemente, estas relações, que por vezes não são convergentes em objetivos, somadas às exigências administrativas internas são proporcionais ao distanciamento da área de P&D com a alta gerência.

Um exemplo desta configuração das empresas é a intensificação da burocracia interna para a liberação de recursos aos projetos, em decorrência das incertezas quanto à glosa, geradas pela forma de avaliação dos projetos pela ANEEL, realizada *ex post*. Esta questão, somada à já apontada burocracia do Programa, externa às empresas, amplia em muito o tempo para se iniciar os projetos, desincentivando a participação de potenciais parceiros.

A estratégia de inovação das empresas é o pilar em torno do qual estas organizações definem: (i) os investimentos em P&D, (ii) os tipos de esforços para inovação que realizam, (iii) as trajetórias tecnológicas que buscam desenvolver e aperfeiçoar, (iv) a maneira como será feita a gestão desses gastos, (v) os critérios fluídos a partir dos quais estabelecerão parcerias; e (vi) quais parceiros mobilizarão em seus projetos.

A essência destes argumentos vai ao cerne dos obstáculos evidenciados para a formação de redes para a inovação no setor elétrico, baseados no fato de o Programa de P&D da ANEEL ter pouca capacidade de impactar efetivamente a estratégia de inovação das concessionárias, para que alterem seus comportamentos estratégicos no sentido de desenvolverem redes amplas.

No caso das parcerias internacionais, são verificadas restrições ao estabelecimento de parcerias de maior fôlego com instituições estrangeiras. Isso se configura como uma restrição ao espaço estratégico para a inovação nas empresas, ao passo que limita as condições de mobilizar e absorver competências científico-tecnológicas de parceiros estrangeiros, de maneira mais sistemática e continuada. Como dito anteriormente, a possibilidade da celebração de contratos ou convênios internacionais diretos entre empresas ou entre empresas e ICTs pode abrir espaço para interações perenes, criando pontes para acessar novos conhecimentos e tecnologias úteis.

A forma como se enxerga a propriedade intelectual de resultados de projetos de P&D, por sua vez, converge mais com questões jurídico-institucionais relativas ao desenho do Programa e à natureza dos recursos investidos do que com as estratégias empresariais. De fato, garantir a lisura no uso dos recursos públicos é algo essencial

e um valor que jamais deve ser abandonado em toda e qualquer política pública. Contudo, esta postura deve ser conciliada com a noção de que o uso dos recursos públicos também deve ser eficaz, gerando os melhores resultados possíveis para a sociedade. Neste segundo aspecto, as regras do Manual do Programa da ANEEL não convergem de modo adequado com a realidade da indústria e com os comportamentos estratégicos e competitivos das empresas que utilizam os recursos do Programa.

Como mencionado anteriormente, a detenção e a manutenção de direitos de propriedade intelectual nem sempre estão entre os interesses das empresas do setor elétrico. Porém, há casos em que estes objetivos podem ser estratégicos para as companhias.

A essência do objetivo das empresas ao lidar com projetos que geram propriedade intelectual é atender ao seu foco na solução de problemas técnicos e operacionais, sendo necessária a garantia de acesso à inovação a baixos custos. Auferir receitas com *royalties* e licenciamento de propriedade intelectual não está entre as prioridades das empresas. Ao mesmo tempo, há tipos de parceiros que possuem interesse explícito na construção de um portfólio de ativos de propriedade intelectual, como fornecedores de base tecnológica e *startups*, cujas possibilidades de inserção em projetos de P&D não são plenamente contempladas pelo Programa neste tópico.

O diagnóstico desse obstáculo é compatível com a noção de que a forma como o Programa e a empresa entendem o papel da propriedade intelectual na inovação no Setor Elétrico Brasileiro é essencialmente diferente. Enquanto as empresas pouco utilizam mecanismos de propriedade intelectual como maneira de extrair ganhos econômicos das inovações, o Programa superestima o seu papel. Há, aí, um descolamento entre a visão do Programa e as estratégias de inovação das empresas.

Em relação às parcerias em si, para estimulá-las, cabe entender por que são buscadas pelas empresas. Uma concessionária realizará parcerias para a inovação em redes caso entenda que o esforço requer capacitações e competências que não possui ou tenha a necessidade de compartilhar riscos elevados com parceiros cujos objetivos estratégicos sejam claramente convergentes com os seus. Para tal, além de possuir a capacidade de identificar e se aproximar dos parceiros com os atributos mencionados, as empresas precisam ter uma estratégia de inovação própria bem definida e, preferencialmente, ativa, indo além da adaptação de tecnologias existentes ou da solução de problemas técnicos e operacionais pontuais. Adicionalmente, verifica-se como obstáculo que falta, à política de inovação, mecanismos que reconheçam adequadamente as motivações e a virtuosidade dessas parcerias.

Sobre as contrapartidas dos parceiros de projetos, há um viés em reconhecê-las em uma lógica quantitativa, de modo a exprimi-la em valores, com um parâmetro de mensuração e comparação. Destaca-se que esta métrica gera

dificuldades às parcerias ao subestimar um tipo de contribuição fundamental que as empresas buscam ao estabelecer redes de inovação, qual seja, a capacidade de aportar capacitações e conhecimentos específicos. Esses aportes, como dito anteriormente, possuem um caráter eminentemente qualitativo, o que não os torna menos importantes em projetos de P&D.

Por fim, com relação à burocracia e a determinadas regras do Programa, de forma mais transversal, pode-se dizer que geram uma série de resultados desincentivadores à formação de redes. Estes impactos apresentam efeitos sobre as estratégias de inovação das empresas do setor elétrico, as quais adotam posturas mais conservadoras no que diz respeito aos riscos e menos alavancadas em relação aos potenciais ganhos com inovações. Com isso, as possibilidades de estabelecer parcerias são menos estimuladas, uma vez que os projetos mais complexos e arriscados, para os quais parceiros seriam buscados para fins de compartilhamento de riscos ou de colaboração técnica, são uma opção menos atraente se comparados com projetos mais simples e seguros, cujas possibilidades de glória são menores.

6.5. FLUXOS DE INFORMAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE CAPACITAÇÕES

6.5.1 - VIÉS ACADÊMICO EM TERMOS DE VALORAÇÃO DOS RESULTADOS DOS PROJETOS E DE PRÁTICA DE AVALIAÇÃO

Na visão dos representantes das empresas do setor elétrico, as métricas e práticas de avaliação da ANEEL são permeadas pela lógica acadêmica, ainda que esta não seja formalizada pelo Manual. Uma prática comumente aceita é a de que o gerente de projeto possua o grau de doutorado, mesmo que esta não seja uma regra explícita no Manual da ANEEL, considerando que, caso contrário, existe o temor de uma avaliação ruim do projeto por parte do regulador.

De acordo com o PROP&D, a equipe do projeto deve ter a seguinte característica:

“2.1.6.1 Todo projeto deve conter somente um Gerente e um Coordenador, além dos outros membros da equipe.

2.1.6.2 Quando o projeto é executado exclusivamente pela empresa proponente

e sua(s) cooperada(s), caso o projeto seja cooperativo, não deve ser cadastrado um Coordenador de equipe. Nesse caso, o Gerente de projeto também assume as atribuições de Coordenador.

2.1.6.3 Os demais membros da equipe do projeto podem ter a função de Pesquisador, Auxiliar Técnico, Auxiliar Técnico Bolsista ou Auxiliar Administrativo, podendo ser membros do quadro efetivo das empresas participantes ou membros das executoras do projeto.

2.1.6.4 Os membros da equipe com função de Gerente, Coordenador e Pesquisador devem informar a titulação (Doutor, Mestre, Especialista, Superior ou Técnico)” (ANEEL, 2016).

Em síntese, os agentes do Setor Elétrico Brasileiro são muito críticos ao viés “academicista” do Manual, partindo do pressuposto de que, para se ter um processo inovativo, a presença de pessoas portadoras de títulos acadêmicos muitas vezes não se faz necessário. Estes agentes argumentam que o processo inovativo não está condicionado à existência de títulos por parte de seus executores.

Os representantes das empresas do setor também são críticos ao fato de o projeto de P&D precisar ser original em nível semelhante ao que é exigido em teses de doutorado. Este grupo de entrevistados fez, ainda, considerações sobre a real finalidade do Programa de P&D, questionando se a promoção da capacitação e de patentes e a elaboração de uma dissertação de mestrado, por exemplo, são iniciativas que, de fato, culminam no processo inovativo.

6.5.2 - DEFICIÊNCIA NO SISTEMA PARA CONTROLE DA REDUNDÂNCIA DAS PESQUISAS, DIVULGAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES.

A partir das entrevistas realizadas, foi possível perceber a existência de um consenso entre os agentes do setor elétrico quanto à falta de transparência na divulgação das iniciativas dos projetos em desenvolvimento e das iniciativas já concluídas no âmbito do Programa de P&D da ANEEL. Esta deficiência ganha ainda mais relevância se for considerado que o critério da originalidade dos projetos é um dos principais parâmetros de avaliação da ANEEL.

Hoje, portanto, observa-se a ausência do compartilhamento de informações entre

os agentes do setor acerca dos projetos, tornando mais difícil o enquadramento dos mesmos como sendo dotados de originalidade, o que aumenta a insegurança de seus executores com relação à glosa. Destaca-se que a falta de transparência das informações relacionadas aos projetos pode provocar uma superposição de esforços inovativos por parte das empresas. Ademais, a ausência de uma divulgação adequada dos esforços também afeta o processo de difusão das atividades inovativas, gerando uma tendência de que estas se mantenham internas às empresas que as realizam.

Partindo do princípio da necessidade de informações acerca das atividades inovativas, deve-se considerar a presença de informações estratégicas ou que possam ser vistas como segredo industrial, sobretudo no que tange aos projetos ou atividades inovativas em curso. Assim, a divulgação de informações deve ser realizada de modo a não comprometer as estratégias inovativas das empresas, se configurando, assim, como um desafio sob a ótica do compartilhamento de informações entre os agentes do setor.

A falta de informações também é um entrave no Programa de P&D na visão dos agentes do setor, na medida em que encontram dificuldades para o mapeamento das diversas competências e dos diferentes temas de especialidade dos grupos de pesquisa. Este fator também dificulta o atendimento à exigência, por parte da ANEEL, exposta no artigo 5º, II da Lei nº 9.991/2000, que determina que ao menos 30% dos investimentos em P&D sejam aplicados em instituições de pesquisa sediadas nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Assim, a ampliação das informações acerca das competências dos centros de pesquisa localizados nestas regiões se faz necessária sob a ótica dos agentes do setor.

Ainda sobre a falta de informações, vale destacar a crítica dos agentes do setor elétrico com relação à ausência de clareza do próprio Manual de P&D da ANEEL. Este fato gera diversas dúvidas entre os executores de projetos de P&D no que diz respeito às regras e exigências do Programa, bem como sobre seus parâmetros de avaliação.

6.5.3 - VIÉS ACADÊMICO NA GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS (NÍVEL DE FORMAÇÃO DE QUADROS E GASTOS PERMITIDOS COM FORMAÇÃO)

Ainda que o Manual de P&D da ANEEL não faça exigências explícitas quanto à necessidade de equipes contendo mestres e doutores, existe a percepção por parte dos agentes do setor de que projetos que envolvam profissionais com este tipo de qualificação são mais bem avaliados pela Agência. Assim, os representantes das empresas do setor destacaram as dificuldades de se captar recursos humanos no mercado com esta especialização para a realização de seus projetos de P&D. Deste modo, foi apresentado como um desafio o fato de que a escassez de recursos humanos

altamente qualificados se traduz em custos mais elevados e, conseqüentemente, se reflete como um entrave à inovação.

Contudo, merece ser destacado que existe a percepção por parte das empresas de que os projetos de P&D possuem grande impacto no aumento da qualificação profissional. Neste sentido, as empresas indicaram a estratégia de estimular seus funcionários a buscar elevar o seu nível de qualificação, seja por meio de cursos de extensão, seja através de programas de mestrado e doutorado em universidades. Todavia, 41,46% das empresas entrevistadas admitiram não realizar nenhum tipo de treinamento com seus funcionários.

Ainda neste âmbito, também foi destacado como um desafio a alta rotatividade da mão de obra existente. Os projetos de P&D são reconhecidos por serem permeados de burocracias e exigências nos casos de saída de algum de seus participantes, implicando na realização de um novo processo seletivo. Desta forma, este novo processo pode acarretar em atrasos, tendo em vista a retirada de um membro que possuía conhecimento sobre a pesquisa, o que se configura como mais um desafio. Ou seja, existe a percepção de que a alta rotatividade dos recursos humanos envolvidos nos projetos de P&D interrompe o fluxo de informação e compromete estratégias de longo prazo dentro das empresas executoras.

As empresas reconhecem, também, a necessidade da realização de treinamentos para os recursos humanos, com foco maior na sua qualificação e capacitação acerca do tema de inovação no setor elétrico. Contudo, a proposição de cursos de qualificação e capacitação por parte dos gestores das empresas frequentemente esbarra na percepção de que a ANEEL tende a dar um peso maior à formação de mestres e doutores em comparação a cursos com outros níveis e perfis.

6.5.4 - BAIXO ENGAJAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS EM ATIVIDADES INOVATIVAS E FALTA DE ARTICULAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE P&D E INOVAÇÃO E AS DEMAIS ÁREAS DA EMPRESA.

Ao longo das etapas da pesquisa, foi observado que, frequentemente, as atividades inovativas ficam restritas aos departamentos de Regulação, Inovação e P&D, sem articulação com as demais áreas da empresa, revelando a falta de uma efetiva cultura de inovação dentro das companhias. Detectou-se, também, que há pouco ou nenhum estímulo aos funcionários das empresas para que se envolvam em atividades inovativas, sobretudo no que tange ao Programa de P&D da ANEEL.

Esta característica fica ainda mais evidente se for considerado o organograma

das empresas entrevistadas. Foi constatado que os departamentos responsáveis por P&D e inovação estão frequentemente subordinados às áreas de Regulação. Este fato corrobora a hipótese de que, muitas vezes, as atividades inovativas são vistas pelas empresas como uma obrigação regulatória e não como um diferencial competitivo.

O baixo engajamento dos funcionários nas atividades inovativas e o isolamento das áreas de P&D e inovação com relação à estrutura organizacional das empresas indicam ser um grande desafio para o desenvolvimento tecnológico. Portanto, foi identificado que, de modo geral, existe uma ausência de mecanismos internos às empresas do setor elétrico que estimulem a formação de um ambiente organizacional favorável ao desenvolvimento de atividades inovativas.

6.6. A DINÂMICA DE CONSULTA A ESPECIALISTAS PARA A CONSTRUÇÃO DE PROPOSTAS

Com o objetivo de identificar e alinhar com maior precisão os principais desafios e entraves, buscou-se constituir uma base para a reflexão propositiva do projeto, o que foi realizado em três etapas:

- i. Consulta junto a um conjunto diversificado de especialistas;
- ii. Análise detalhada dos mecanismos do Programa de P&D e de outras políticas públicas de estímulo à inovação, à luz dos resultados do projeto; e
- iii. Apreciação de experiências internacionais.

A primeira destas três etapas é brevemente descrita na sequência deste capítulo, enquanto que as demais são abordadas nos capítulos subsequentes do livro.

Para realizar a consulta aos especialistas, foi organizado um workshop, no modelo de Word Café, para gerar diálogos entre diferentes atores do Setor Elétrico Brasileiro, de setores relacionados, de instituições públicas e representativas e de ICTs. O World Café foi realizado no dia 26 de julho de 2018, nas instalações do Hotel Novo Mundo, na cidade do Rio de Janeiro, denominado “Prospectivas sobre regulação e inovação no Setor Elétrico Brasileiro”.

Tomando como base o referencial de Sistemas de Inovação e a organização analítica por subsistemas, analisados no Capítulo 1, o workshop foi organizado em tor-

no dos tópicos apresentados abaixo, discutidos em mesas redondas, destacando-se que cada um deles está relacionado à interface com um dos subsistemas que se articula com as empresas do setor elétrico.

A Mesa 1 debateu a visão estratégica do Programa de P&D e sua articulação com outras iniciativas de políticas públicas, tendo como foco o Subsistema de Políticas, Promoção, Representação e Financiamento. Assim, foi explorada a definição de foco estratégico para os esforços inovativos no setor e a coordenação de políticas voltadas ao Setor Elétrico Brasileiro com outras políticas industriais e de inovação.

A Mesa 2 analisou as mudanças necessárias no Programa da ANEEL para estimular processos de inovação. Neste sentido, foram exploradas questões chaves inerentes às regras, às definições e aos procedimentos atuais do Programa e que possuem implicações relevantes para promover atividades inovativas mais significativas dentro do setor elétrico. Ademais, foi debatida, com uma perspectiva mais estrita, a interface entre a esfera produtiva e o Subsistema de Políticas, Promoção, Representação e Financiamento, explorando as normas e as práticas diretamente associadas ao Programa.

A Mesa 3 examinou as formas de articular esforços inovativos e seus resultados com o uso efetivo demanda, explorando-se a conexão entre os Subsistemas Tecnológico e de Produção e Inovação e o Subsistema de Demanda (usuários). Nota-se que sem a conexão com uma perspectiva de demanda de mercado, as iniciativas voltadas ao processo de inovação têm maiores dificuldades em gerar resultados efetivos. Portanto, foram explorados tanto os estímulos para as iniciativas avançarem para etapas finais da cadeia de inovação, quanto as iniciativas de fomento pelo lado da demanda, com destaque para o poder de compra das grandes empresas e do poder público.

A Mesa 4 centrou-se nas formas de inclusão, articulação e cooperação entre empresas do setor elétrico, empresas de outros setores e outros atores do Sistema de Inovação. O foco estava voltado às articulações entre os diferentes setores do Subsistema de Produção e Inovação, mas não se limitando a estes. Nota-se que o sucesso do processo inovativo depende fortemente da interação entre empresas e outros atores do Sistema de Inovação. Destaca-se, neste sentido, a colaboração entre empresas do setor elétrico e outros atores empresariais (fornecedores, prestadores de serviços, concorrentes, parceiros, usuários, etc.), institutos de pesquisa e universidades, discutindo as possibilidades de incluir, de forma mais plena, os atores negligenciados pelo Programa e as oportunidades para a cooperação em esforços inovativos a partir de um referencial de redes de inovação.

A Mesa 5 discutiu a interface do Programa com o Subsistema de Criação de Capacitações, Pesquisa e Serviços Tecnológicos. Com este foco, foram discutidos os

fluxos de informação e a construção de capacitações, além de terem sido explorados as oportunidades e os desafios para a criação de competências inovativas, a construção de capacitações de profissionais e de empresas e os fluxos de informação e conhecimento dentro do Sistema de Inovação.

Além da abertura e do fechamento, a programação do workshop contou com cinco sessões, nas quais ocorreram os debates nas cinco mesas redondas. No intervalo entre as sessões, todos os participantes mudavam de mesa temática. Desta forma, eles tiveram a oportunidade de contribuir com todos os temas, participando, em cada sessão, de uma mesa com temática diferente. O perfil diversificado dos convidados e a ordem na qual foi proposta a circulação pelas mesas garantiram trocas plurais com pontos de vista diversificados.

Como base para orientar o workshop, foi utilizado o World Café, uma metodologia internacional consolidada de criação de redes de diálogos. O World Café consiste em um método para acolher conversas autênticas em grupo, com as pessoas se encontrando em mesas de café para discutir determinadas questões. Várias mesas de café acontecem no mesmo ambiente, com seus participantes conversando sobre a mesma ou similares temáticas ao mesmo tempo. Ao longo da atividade, a proposta consiste nos participantes se movimentarem entre as mesas para discutir diferentes temas relacionados, encontrar outras pessoas e “polinizar” as ideias, visões e percepções. Na medida em que as conversas vão se conectando, o conhecimento coletivo cresce e evolui. O sentido do “todo” se torna real e o conhecimento do grupo se torna organizado e visível (BROWN, 2002, 2010).

Nos dias subsequentes ao workshop, a equipe de pesquisadores do GESEL realizou, mediante reuniões e intercâmbios entre os coordenadores das mesas, uma consolidação do conteúdo da atividade. Destaca-se que todas as propostas foram explicadas, desenvolvidas e ordenadas, para posterior avaliação e validação pelos participantes do workshop, e aquelas repetidas⁴ foram unificadas.

Dando cumprimento ao objetivo de buscar consenso entre os participantes, foram a eles enviadas as propostas organizadas por meio de um programa de enquetes online, com a opção de validarem as mesmas e lhes outorgarem uma priorização. Assim, solicitou-se que atribuissem uma avaliação qualitativa a todas as propostas, de acordo com duas dimensões:

- i. Grau de relevância: a proposta é mais ou menos relevante em termos de seu potencial de gerar impactos relevantes sobre o Programa de P&D,

4 Vale mencionar que as problemáticas e necessidades apareceram em todas as mesas. Portanto, algumas propostas apareciam superpostas ou conectadas em mais de uma mesa, por isso foi necessário também o trabalho de delimitar quais propostas estariam melhor associadas a cada tema.

contribuindo para que este gere inovações de grande importância que sejam percebidas pela sociedade; e

- ii. Grau de facilidade/dificuldade: para ser implementada, a proposta envolve menores ou maiores mudanças no arcabouço institucional ou legal, parcerias com outras organizações, etc.

Para a consolidação dos resultados, foram atribuídos pontos às possíveis respostas, variando entre -3 e +3, conforme explicitado na Figura 1. Um *score* médio para cada proposta foi construído a partir da média dos pontos atribuídos por todos os participantes, expressos no Quadro 1.

Quadro 1: Respostas e graus associados à validação online dos resultados do workshop

Grau de Relevância	Grau de Facilidade/ Dificuldade de Implementação	Grau atribuído
Muito relevante	Muito fácil	+3
Relevante	Relativamente fácil	+1
Pouco relevante	Relativamente difícil	-1
Irrelevante	Muito difícil	-3

Fonte: Elaboração própria.

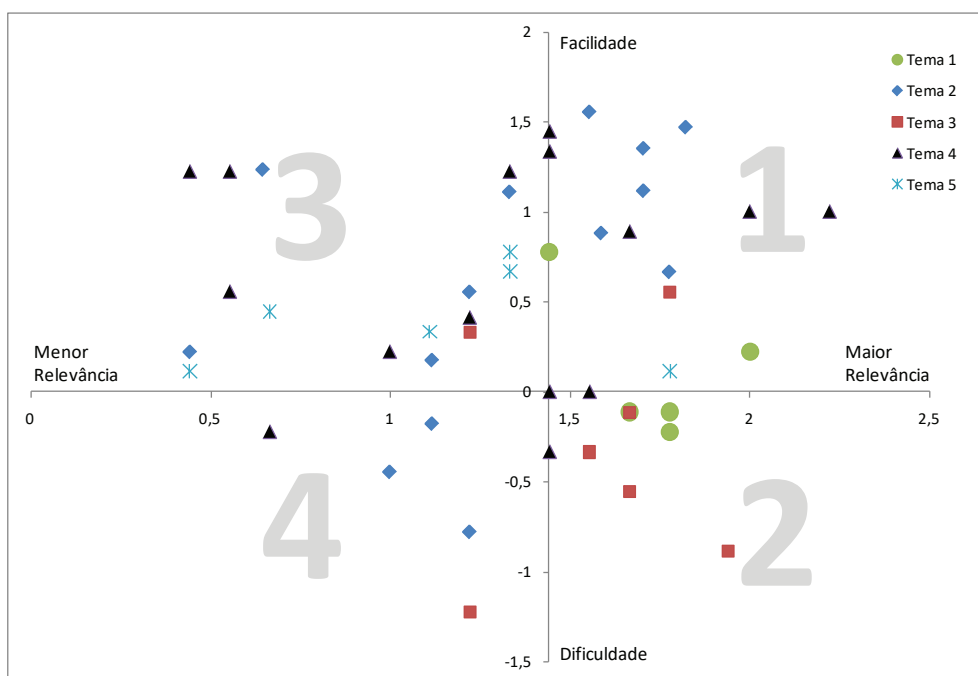
Desta forma, através das respostas, mostrou-se possível visualizar as tendências de consenso sobre as propostas mobilizadas no workshop.

A Figura 1 apresenta o resultado geral da avaliação das propostas, de acordo com os critérios de relevância e facilidade/dificuldade. Dada a importância de priorizar as propostas mais relevantes, optou-se por traçar a linha divisora de referência ao valor de 1,44 (mediana dos *scores* de relevância) no eixo horizontal. Feito este ajuste, observam-se quatro quadrantes na Figura 1, explicados a seguir.

- i. Quadrante 1: propostas mais relevantes e fáceis de serem implementadas, constituindo, assim, um foco prioritário imediato, de curto prazo;
- ii. Quadrante 2: propostas mais relevantes, mas que apresentam maiores dificuldades de implementação, constituindo um foco prioritário de médio a longo prazo;

- iii. Quadrante 3: propostas menos relevantes, mas fáceis de serem implementadas, constituindo possibilidades complementares de curto prazo; e
- iv. Quadrante 4: propostas menos relevantes e difíceis de serem implementadas.

Figura 1: Avaliação das propostas do workshop de acordo com o grau de relevância e o grau de facilidade/dificuldade



Fonte: Elaboração própria.

A análise detalhada dos quadrantes abaixo permite um entendimento melhor dos resultados e das opções estratégicas no que diz respeito às políticas de apoio e promoção à inovação no setor elétrico. Contudo, é relevante destacar algumas características que se apresentam na Figura 1.

Em primeiro lugar, no eixo vertical, é interessante notar que as propostas, em sua maioria, foram avaliadas como relativamente fáceis de serem implementadas, embora o grau de relevância, em termos de impactos, varie bastante. Em termos gerais, nota-se que existem amplas possibilidades para significativos avanços em

um espaço de tempo relativamente curto. Isso se aplica, sobretudo, às propostas dos temas discutidos nas Mesas 2 e 4 (regras e operação do Programa de P&D e articulação e cooperação entre empresas, respectivamente), que registraram, dado o seu enfoque, um conjunto amplo de propostas detalhadas.

Especialmente as propostas relacionadas ao tema discutido na Mesa 5 (fluxos de informação e construção de capacitações) foram avaliadas como relativamente fáceis de serem implementadas, mas, por outro lado, entendidas como menos relevantes. As propostas relacionadas a este tema, que exploram a interface com o Subsistema de Criação de Capacitações, Pesquisa e Serviços Tecnológicos, se aproximam mais das práticas consolidadas no Programa de P&D da ANEEL, uma vez que o Programa já apresenta um relativo grau de aproximação com as universidades. As propostas podem ser entendidas, assim, como ajustes incrementais a uma lógica já estabelecida, mas que não tendem a promover alterações significativas.

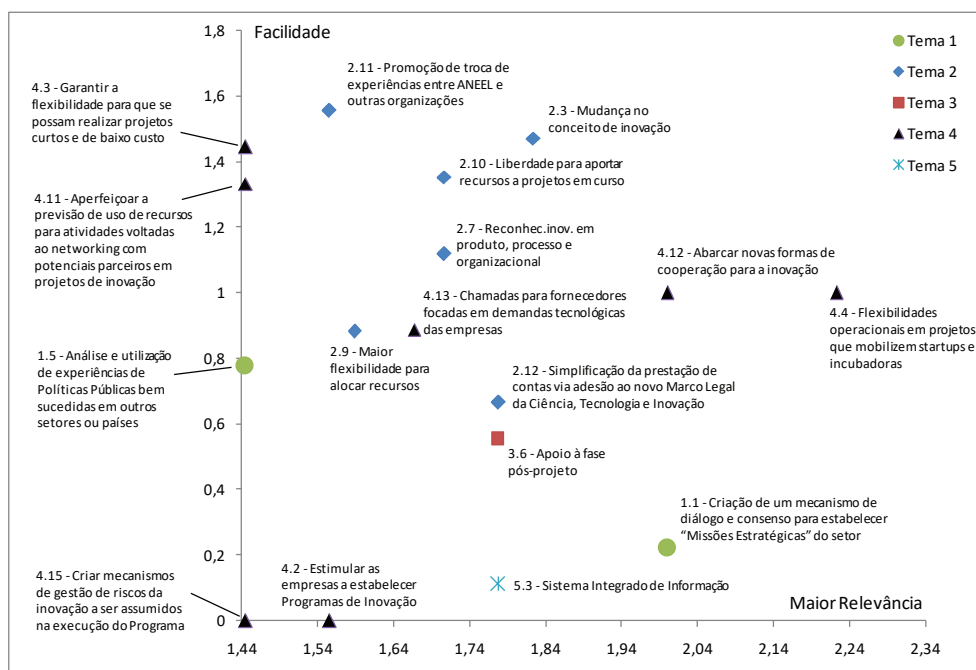
Destaca-se, também, a forte predominância, nos quadrantes de maior dificuldade de implementação, de propostas relacionadas ao tema discutido na Mesa 3, o qual explora a articulação dos esforços inovativos com o Subsistema de Demanda. Portanto, entende-se pela necessidade de fortalecer a ponta final, de modo a viabilizar que esforços inovativos promovam o último passo e se traduzam em efetivas inovações.

Como o Programa de P&D ainda não amadureceu ao ponto de parcelas significativas dos projetos se inserirem nas últimas etapas, sobretudo no que diz respeito à inserção em mercado, era de se esperar que as propostas mobilizassem elementos nada triviais e fossem, assim, percebidas como mais difíceis. Ao mesmo tempo, estas propostas foram vistas, em sua maioria, como sendo mais relevantes, ocupando principalmente o Quadrante 2 da Figura 1.

Por fim, cabe destacar que todas as propostas relacionadas ao tema discutido na Mesa 1 (visão estratégica do Programa e sua articulação com outras políticas públicas) foram percebidas como relativamente relevantes. De fato, verificou-se, ao longo desta pesquisa, o entendimento de que o Programa de P&D da ANEEL tem constituído uma atividade relativamente encerrada em si mesma. Há, entretanto, um amplo potencial a ser explorado em termos de fazer com que o Programa constitua uma parte integrada de uma política de ciência, tecnologia e inovação nacional.

A título de exemplo, a Figura 2 apresenta o detalhamento das propostas caracterizadas como prioritárias, por receberem pontuação alta em termos de relevância, e de curto prazo, por apresentarem relativa facilidade em serem implementadas. Estas constituem, portanto, a prioridade de primeira ordem, uma vez que carregam o potencial de promoverem relevantes avanços com custos institucionais mais baixos.

Figura 2: Propostas prioritárias de curto prazo - Quadrante 1



Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que as propostas apresentadas neste e nos demais quadrantes foram associadas à análise das políticas de inovação no Brasil e nos países selecionados, examinadas nos Capítulos 7 e 8, respectivamente, culminando nas propostas apresentadas no Capítulo 9.

6.7. CONCLUSÕES

O presente capítulo teve como objetivo primordial analisar e sistematizar os principais entraves e perspectivas relacionados ao estímulo à inovação no Setor Elétrico Brasileiro, com ênfase no Programa de P&D da ANEEL. Após a análise dos resultados da pesquisa, desenvolvidos nos Capítulos 3, 4 e 5 do presente livro, os desafios do setor foram, aqui, agrupados em cinco tópicos.

O primeiro está vinculado ao eixo “visão estratégica do Programa e sua articulação com outras políticas públicas”. Neste ponto, foram identificadas duas questões, sendo que a primeira é a ausência de alinhamento das políticas de fomento à ciência, tecnologia e inovação de diversas instituições e níveis do governo, no sentido

de conformarem um plano estratégico unificado e a sua falta de coordenação com as diretrizes de outras políticas públicas. A segunda questão foi a ausência de uma visão estratégica do Programa de P&D, orientada a explorar o potencial de articulações sistêmicas em torno de iniciativas de longo prazo e estruturada em base às demandas por parte da sociedade, às tendências tecnológicas que determinam o desenvolvimento do setor e às capacidades e necessidades de seus atores.

O segundo tópico está relacionado à “operação do Programa de P&D”. Aqui, foi identificada uma diversidade de questões, tais como (i) dificuldades em estimular projetos de P&D com foco em grandes desafios do setor elétrico e com alto grau de inovação, (ii) uma regulação complexa e longos processos burocráticos, (iii) a inflexibilidade na alocação de recursos dentro dos projetos, de forma a desconsiderar as especificidades de diferentes etapas da cadeia de inovação, (iv) a rigidez nos termos de apropriação de propriedade intelectual, de cessão e de licenciamento, (v) obstáculos à apreciação de esforços e resultados efetivamente relevantes em avaliações finais, (vi) dificuldades e questionamentos relacionados ao enquadramento em critérios de avaliação e (vii) riscos e entraves para o enquadramento de projetos não tecnológicos.

O terceiro tópico analisa a articulação dos esforços inovativos e a geração de demanda para os produtos resultantes. Neste tópico, foram identificados (i) a falta de clareza no que diz respeito à definição de pesquisa, desenvolvimento e inovação e à construção de competências, (ii) a pouca relevância de PD&I como variável estratégica na gestão das empresas e na atuação do órgão regulador e de outras instituições do sistema elétrico, (iii) os custos e a incerteza tecnológica relacionados ao esforço de transformar um protótipo em um produto novo, produzido em escala industrial e inserido no mercado, (iv) os riscos econômicos relacionados ao uso de equipamentos novos, ainda não consagrados no mercado, e (v) a falta de exploração da interface com outras políticas **públicas** para garantir estímulo à demanda.

O quarto tópico está vinculado à articulação e cooperação entre empresas do setor elétrico e outros segmentos, no qual foram identificadas questões, como (i) vedações do Programa que criam obstáculos a parcerias internacionais, (ii) novamente, a rigidez relacionada à propriedade intelectual, à cessão e ao licenciamento, (iii) dificuldades para enquadrar e mensurar contrapartidas econômicas em projetos e (iv) entraves burocráticos e ausência de incentivos para maior articulação com outros setores (fornecedores, prestadores de serviços e outros segmentos nas cadeias produtivas).

Por fim, o quinto tópico se refere aos fluxos de informação e à construção de capacitações, no contexto dos quais se encontram problemáticas relacionadas

(i) ao viés acadêmico em termos de valoração dos resultados dos projetos e de prática de avaliação, (ii) à deficiência no sistema para o controle da redundância das pesquisas e para divulgação e compartilhamento de informações, (iii) ao viés acadêmico na gestão de recursos humanos e (iv) ao baixo engajamento dos funcionários em atividades inovativas e à falta de articulação entre as áreas de P&D e Inovação e as demais áreas da empresa.

No presente capítulo, foi realizado um diagnóstico abrangente das problemáticas ligadas à inovação no Setor Elétrico Brasileiro, com o seu agrupamento em amplos e diversos eixos temáticos. A partir dos desafios, foram mobilizadas diversas atividades para avançar em direção a propostas consistentes, articuladas e de significativo potencial de promover um salto para que as inovações geradas sejam efetivamente percebidas pela sociedade. A primeira destas atividades, referente à consulta a especialistas de diferentes áreas ligadas à inovação no setor elétrico, foi brevemente apresentada neste capítulo. As demais atividades, quais sejam, a análise das políticas explícitas e implícitas de inovação no Brasil e a análise da experiência internacional, são exploradas nos Capítulo 7 e 8, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. Brasília, 2012; 2016.

BROWN, J.; ISSACS, D. **World Café: Shaping our futures through conversations that matter**. San Francisco: Berrett-Koehler, 2010.

BROWN, J. **A resource guide for hosting conversations that matter at the World Café**. Whole Systems Associates. 2002. Disponível em: <http://www.theworldcafe.com>.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro: Programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília, 2015.

DOSI, G. **Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation**. Journal of Economic Literature, 26, pp. 1120-1171, 1988.

FREEMAN, C. **The National System of Innovation in historical perspective**. Cambridge Journal of economics, v. 19, n. 1, 1995.

OCDE, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Frascati Manual: Proposed standard practices for surveys on research and experimental development**. Paris, 2002.

OECD, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3ª ed., 2006.

CAPÍTULO 7

POLÍTICAS IMPLÍCITAS E EXPLÍCITAS DE FOMENTO À INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Maria Martha Brito

João Marcos Hausmann Tavares

Micaela Mezzadra

Marcelo P. Matos

Marina Szapiro

Roberto Brandão

Guilherme de Azevedo Dantas

INTRODUÇÃO

O subsistema de políticas de inovação no âmbito do Setor Elétrico Brasileiro constitui uma importante unidade de análise, uma vez que se pretende compreender as ações sistêmicas necessárias para o aprimoramento do setor e do Programa de P&D da ANEEL. Com isto em mente, este capítulo tem por objetivo analisar as políticas de inovação relativas ao setor elétrico, a partir da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação, isto é, a partir de uma visão sistêmica.

O capítulo está estruturado para, em primeiro lugar, fazer uma breve caracterização do que se consideram políticas sistêmicas de inovação, com referência ao Capítulo 2. A primeira parte do capítulo faz a conceituação de políticas explícitas e implícitas de inovação. A segunda parte trata das políticas explícitas de inovação no setor elétrico, abordando as institucionalidades que determinam o volume e a distribuição de recursos financeiros para o seu sistema de inovação, além de analisar o papel de órgãos governamentais no fomento à inovação no Setor Elétrico Brasileiro e a importância de alguns programas para o seu desenvolvimento. A terceira parte avalia as políticas implícitas de inovação no setor elétrico, com destaque para o marco regulatório dos segmentos de distribuição, transmissão e geração de energia. A quarta parte, por fim, apresenta um conjunto de conclusões.

7.1. O PAPEL DO ESTADO NA ABORDAGEM SISTÊMICA DE INOVAÇÃO E AS POLÍTICAS EXPLÍCITAS E IMPLÍCITAS DE INOVAÇÃO

Como visto no Capítulo 2, a abordagem sistêmica sobre inovação traz importantes implicações para o papel do Estado no desenvolvimento inovativo local. Segundo esta abordagem, o desempenho inovativo não depende apenas dos esforços isolados de empresas e organizações científicas, mas também e sobretudo da forma como estes atores interagem entre si e com outros atores e de como as dinâmicas inovativas são influenciadas por diversos fatores, como quadros institucionais e políticas de Estado.

Em oposição à visão linear de inovação, o enfoque sistêmico entende que as empresas, apesar de serem o principal local do processo inovativo, raramente inovam sozinhas, mas sim a partir de interações com diferentes organizações. Em outras palavras, acredita-se que o conhecimento circunscrito a uma organização raramente conduz à inovação. Desta forma, o enfoque sistêmico sobre inovação

entende que as atividades científicas ou de P&D de organizações individuais não conduzem de maneira exclusiva à inovação.

Em adição, de acordo com o enfoque sistêmico sobre inovação, a capacidade inovativa de um país, além de usualmente depender de redes de interações entre diferentes atores, é influenciada por diversos fatores, tais como as políticas governamentais. Os demais fatores, traduzidos nos subsistemas de inovação abaixo, também exercem influência sobre os desempenhos inovativos. Destaca-se que a promoção da inovação via políticas de Estado pode se beneficiar da consideração da articulação entre estes subsistemas de inovação (CASSIOLATO e LASTRES, 2008)

- i. Subsistema de Produção e Inovação Tecnológico;
- ii. Subsistema de Criação de Capacitações, Pesquisa e Serviços Tecnológicos;
- iii. Subsistema relacionado ao contexto geopolítico, social, político, econômico, cultural e local;
- iv. Subsistema da Demanda; e
- v. Subsistema de Políticas, Promoção, Representação e Financiamento.

Tendo em vista as observações acima, pode-se dizer que uma política de inovação adequada à abordagem sistêmica analisa as relações entre as partes do sistema, assim como estimula e coordena os processos de interação e integração entre as organizações que o constituem. Considera-se que as políticas públicas, em especial através de agências especializadas, podem atuar como *matchmakers* e renovar ou criar novas relações, possibilitando, assim, a atuação de diversos atores no processo de inovação.

Uma política sistêmica de inovação também inclui variados instrumentos de apoio. Visto que, de acordo com a abordagem sistêmica de inovação, a inovação não resulta exclusivamente de atividades científicas ou de P&D, compreende-se que o apoio à infraestrutura científica e tecnológica e o financiamento de atividades de P&D não são suficientes para conduzir ao desenvolvimento da capacidade inovativa de um país (SZAPIRO *et al*, 2016). Assim, uma política sistêmica de inovação, além dos elementos citados acima, deve considerar políticas de compras públicas, políticas de regulação, o apoio e financiamento ao desenvolvimento de atores coletivos e o apoio e financiamento a atividades relacionadas à inserção no mercado.

Nota-se que as políticas de apoio à demanda desempenham um importante papel no estímulo a processos de inovação. Ao assegurarem um primeiro nível de demanda, estas políticas podem mitigar, em alguma medida, os riscos e as incertezas inerentes aos processos de inovação. Com respeito às compras públicas, por exemplo, o governo pode se comprometer a adquirir produtos com características tecnológicas específicas. Como ilustração, o governo pode estimular o desenvolvimento de medidores inteligentes ao assegurar a sua compra para estabelecimentos públicos, como universidades, hospitais, empresas, etc.

No que tange às políticas de regulação, estas podem adotar diferentes formatos. Como exemplo, o governo pode estimular o desenvolvimento de medidores inteligentes ao tornar compulsória a sua instalação em estabelecimentos públicos ou em todas as unidades consumidoras de energia.

Por fim, cabe notar que há tanto políticas explícitas, como políticas implícitas de inovação. Esta diferenciação tornou-se relevante com o debate sobre o papel da política de ciência, tecnologia e inovação na América Latina (HERRERA, 1995). Esta diferenciação é vista como estratégica, uma vez que, a depender das políticas implícitas de inovação, estas possuem o potencial para tolher o efeito de políticas explícitas.

As políticas explícitas de inovação se referem ao *“corpo de disposições e normas que se constituem na política de inovação de um país (política oficial, expressa nas leis, regulamentos e estatutos dos órgãos)”* (IBID, 1995). Por sua vez, as políticas implícitas de inovação constituem instrumentos e medidas que afetam a inovação indiretamente, tais como as políticas macroeconômicas (taxa de juros e câmbio), a regulação e o uso do poder de compra do Estado, quando não utilizados como instrumentos deliberados de política de inovação, entre outros.

Como já mencionado, as políticas implícitas de inovação podem limitar o impacto de políticas explícitas. Coutinho (2005), por exemplo, afirma que variáveis macroeconômicas condicionam e determinam decisões microeconômicas que formam padrões de financiamento, governança corporativa, comércio exterior, concorrência e mudanças técnicas. Assim, a depender de seu conteúdo, políticas implícitas, como políticas macroeconômicas, são capazes de influenciar decisões microeconômicas, de maneira contrária àquela pretendida por políticas explícitas e, assim, desestimular processos inovativos priorizados por políticas explícitas.

Quando possível, a desconstrução destas divergências e a incorporação, por parte das políticas explícitas de inovação, de instrumentos de política anteriormente utilizados em políticas implícitas, como instrumentos de regulação, possuem um impacto positivo sobre a promoção da inovação.

7.2. POLÍTICAS EXPLÍCITAS E POLÍTICAS IMPLÍCITAS DE INOVAÇÃO NO ÂMBITO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

A presente seção tem por objetivo analisar as políticas explícitas e implícitas de inovação no âmbito do Setor Elétrico Brasileiro, a partir de uma visão sistêmica. Neste sentido, busca-se identificar os seus fundamentos, objetivos e papel no desenvolvimento inovativo do setor, com atenção para fatores importantes, como a construção de competências de diferentes naturezas, a promoção de articulações estratégicas e de aprendizados interativos, a mobilização de esforços inovativos e o preenchimento de lacunas existentes entre pesquisa e inserção no mercado.

7.2.1 - POLÍTICAS EXPLÍCITAS DE INOVAÇÃO

7.2.1.1 - Financiamento das políticas de inovação no Setor Elétrico Brasileiro

A compreensão do padrão atual de financiamento das políticas de inovação no âmbito do Setor Elétrico Brasileiro passa pela identificação das institucionalidades que garantem as fontes deste financiamento e pelo entendimento das iniciativas apoiadas com estes recursos.

O marco legal que dispõe sobre o sistema de financiamento de projetos de P&D direcionados ao setor elétrico foi estabelecido pela Lei nº 9.991/2000 (CGEE, 2015). Esta lei, que passou por modificações ao longo dos anos, estabelece uma fonte regular de recursos financeiros para o desenvolvimento de projetos de P&D no setor, recursos estes garantidos por meio de um encargo setorial. Segundo a legislação vigente, as empresas de geração e transmissão devem aplicar, anualmente, o montante de 1% de sua receita operacional líquida em projetos de P&D no setor elétrico, enquanto que as empresas de distribuição devem aplicar, anualmente, 0,75% de sua receita operacional líquida.

Ainda segundo a Lei nº 9.991/2000, os recursos para P&D previstos acima, por meio de encargo setorial, devem ser distribuídos da seguinte forma:

- i. 40% devem ser direcionados para projetos de P&D, segundo regulamentos estabelecidos pela ANEEL;

- ii. 40% devem ser direcionados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); e
- iii. 20% devem ser direcionados ao Ministério de Minas e Energia (MME), para custear os estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético e os estudos de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

Cabe observar que a Lei nº 9.991/2000 estabelece o direcionamento direto de uma parcela dos recursos referentes ao encargo setorial para projetos de P&D no setor elétrico, parcela esta que se destina ao Programa de P&D da ANEEL. A parcela de recursos que se destina ao FNDCT, entretanto, não se dirige diretamente a projetos de P&D no setor.

Os recursos financeiros anualmente depositados pelas empresas no FNDCT são fracionados da seguinte forma¹: 20% são destinados pelo governo federal para ações não relacionadas ao setor elétrico² e outros 20% são transferidos para a contabilidade do Fundo Setorial de Infraestrutura (CT-Infra) e aplicados para modernização e ampliação da infraestrutura e serviços de apoio à pesquisa em instituições públicas de ensino superior e de pesquisa brasileiras³.

O valor remanescente, após as duas deduções acima, é o ponto de partida para uma negociação técnica-política entre o Ministério de Ciência, Tecnologia e Comunicações (MCTIC) e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e passa a compor o orçamento que é enviado ao Congresso Nacional para aprovação (CGEE, 2015). Quando aprovado, este limite de execução passa a fazer parte da Lei Orçamentária Anual (LOA), que é aprovada no primeiro trimestre do ano.

Como se sabe, o FNDCT visa fortalecer o sistema nacional de CT&I e, para tanto, apoia ações transversais, voltadas ao desenvolvimento da CT&I como um todo, assim como ações verticais, voltadas ao desenvolvimento de setores específicos. Assim, dois comitês gestores definem o destino dos recursos disponíveis

1 Nota Técnica da Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais do MCTIC sobre procedimentos de aporte de recursos do CT-Energ para outras ações do FNDCT (CT-Energ 143/2012).

2 Isto se deve à interpretação de que o recurso arrecadado ao FNDCT tem caráter de uma Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), sendo, portanto, passível a aplicação da Emenda Constitucional nº 68/2011, a qual permite a Desvinculação de Receita da União (DRU).

3 Definido pela Lei nº 10.197/2001 e regulamentado pelo Decreto nº 3.807/2001.

na conta do FNDCT até o limite imposto pela LOA⁴: o Comitê de Coordenação Executiva do FNDCT, que define as ações transversais, e os Comitês Setoriais (no caso do setor elétrico, o comitê do CT-Energ), que definem as ações verticais. Após a deliberação entre estes comitês, se estabelece a fração dos recursos do FNDCT que será destinada ao Fundo Setorial de Energia (CT-Energ) e, assim, aos projetos de P&D no setor elétrico.

As ações apoiadas pelos Fundos Setoriais são implementadas e operacionalizadas pelas agências executoras FINEP e CNPq. Uma vez conhecido o montante de recursos do CT-Energ, o Conselho Diretor deste fundo delibera sobre as parcelas destinadas a cada uma destas agências para o desenvolvimento do setor elétrico. Estas agências financiam propostas de projetos de P&D, convocadas através da publicação de editais e selecionadas de acordo com os critérios previstos nos mesmos.

Os recursos assegurados pela Lei nº 9.991/2000, portanto, permitem o desenvolvimento de inúmeros projetos de P&D no setor elétrico, mesmo que o direcionamento de cada parcela destes recursos obedeça a lógicas processuais diferentes. No que diz respeito ao financiamento destes projetos de P&D, ainda há outros aspectos que merecem atenção.

O tipo de financiamento dado a projetos de P&D no setor elétrico varia de acordo com a instituição beneficiadora, assim como a natureza das iniciativas apoiadas por estas, conforme apresentado a seguir,

- i. O Programa de P&D da ANEEL apoia projetos de P&D que envolvem as empresas do setor e, frequentemente, ICTs, através de recursos não-reembolsáveis.
- ii. A Finep, por meio de seus editais, exige, frequentemente, a cooperação entre empresas e ICTs em projetos de P&D, financiados, em sua maior parte, com recursos reembolsáveis, embora, em alguns casos, a agência conceda subvenção econômica (recursos não-reembolsáveis) para empresas.
- iii. O CNPq, mais próximo da academia, apoia projetos executados apenas por ICTs, sempre na modalidade não-reembolsável.

4 Nota Técnica da Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais do MCTIC sobre procedimentos de aporte de recursos do CT-Energ para outras ações do FNDCT (CT-Energ 143/2012).

A análise do financiamento de parte do universo das políticas de inovação no setor elétrico nos permite observar pontos favoráveis e importantes desafios. Verifica-se, por exemplo, que o Programa de P&D da ANEEL possui fonte regular e expressiva de recursos, constituindo uma política sólida de CT&I no setor elétrico.

Observa-se igualmente que, apesar de também receber 40% dos recursos referentes ao encargo setorial mencionado acima, o FNDCT não direciona estes recursos diretamente para projetos de P&D no setor elétrico. Nos últimos anos, parte dos recursos do FNDCT tem sido, frequentemente, contingenciado para a manutenção do superávit primário do governo. Este tipo de desvinculação de recursos impõe um importante desafio ao financiamento das políticas de inovação no setor elétrico.

No que diz respeito à natureza das iniciativas apoiadas com os recursos mencionados nesta seção, são observados alguns desafios. Destaca-se que as referidas iniciativas necessitam incorporar uma visão mais sistêmica sobre inovação e valorizar a inserção dos resultados de P&D no mercado. A inovação resulta de interações sistêmicas entre diversos atores e, portanto, a participação em projetos de P&D de diferentes agentes, como fornecedoras, *startups*, aceleradoras e incubadoras, além de ICTs, é importante, considerando que há espaço para incentivá-la em programas de P&D e editais públicos. Há, também, oportunidade para se incentivar a elaboração de planos de negócios nestes programas de P&D e editais, como forma de estimular a inserção dos resultados de P&D no mercado.

7.2.1.2 - A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e os Planos de CT&I na área de energia

Não há como tratar de políticas explícitas de inovação no Brasil sem abordar a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI). Elaborado pelo MCTIC, o documento referente à ENCTI oferece orientação estratégica de médio prazo para a formulação e implementação de políticas públicas na área de CT&I, no país. De maneira similar, não há como tratar de políticas explícitas de inovação para o setor elétrico sem abordar os Planos de CT&I na área de energia, elaborados a partir das diretrizes da ENCTI, de forma a incluir desafios, metas e ações para a referida área.

A análise da Estratégia Nacional de CT&I para 2016-2022 nos permite identificar as ações previstas para o desenvolvimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), como é chamado no documento da estratégia. A partir desta avaliação e com base na literatura revisada neste capítulo, é possível identificar o quanto sistêmicas são as políticas de CT&I previstas pela ENCTI para o país.

A Estratégia Nacional de CT&I para 2016-2022, em complementação ao exposto acima, prevê ações para cada um dos chamados “pilares fundamentais” que compõem o SNCTI, isto é, para a pesquisa, a infraestrutura, o financiamento, os recursos humanos e a promoção da inovação tecnológica nas empresas. Para o último pilar, que possui conteúdo menos intuitivo, são recomendadas diversas ações, como a ampliação da articulação entre universidades, centros de pesquisa e empresas no desenvolvimento de tecnologias inovadoras, o fomento à constituição e à consolidação de ambientes voltados à inovação, como incubadoras, parques e polos tecnológicos, o estímulo ao empreendedorismo de base tecnológica, com foco no empreendedor e em empresas nascentes (*startups*), o estímulo à proteção da propriedade intelectual e à transferência de tecnologia e o incentivo aos fundos de investimento de capital empreendedor.

Assim, a ENCTI prevê ações para componentes importantes de uma política de inovação. No que diz respeito ao último componente, que se refere à promoção da inovação, esta demonstra compreender a importância de aprendizados interativos para o processo de inovação, ao buscar ampliar a articulação entre empresas, centros de pesquisa e universidades e apoiar a consolidação de ambientes propícios para interações, como incubadoras, parques e polos tecnológicos.

Cabe ressaltar, entretanto, que as ações de grande importância para a promoção da inovação a partir de uma visão sistêmica, como políticas de compras públicas e de regulação, não estão entre as ações previstas para o desenvolvimento do chamado SNCTI. A inclusão de tais políticas na ENCTI, dado seu papel fundamental na criação de demanda, contribuiria para estimular processos de inovação de modo mais sistêmico e vantajoso.

Além de ações voltadas para o SNCTI, a ENCTI 2016-2022 também indicou estratégias voltadas para áreas específicas. No caso da área de energia, a ENCTI recomendou as seguintes estratégias:

- i. Elaboração do “Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Energias Renováveis e Biocombustíveis”, que promova o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico em fontes renováveis de geração de energia elétrica, na produção e uso de biocombustíveis e no uso eficiente da energia, garantindo a segurança e o abastecimento energético, tendo em vista a importância econômica, social e ambiental para o país;
- ii. Elaboração do “Plano Setorial em Ciência, Tecnologia e Inovação em Petróleo e Gás e Carvão Mineral”, que promova o conhecimento científico e o desenvolvimento

tecnológico na exploração e produção de petróleo, gás e carvão mineral, garantindo segurança no abastecimento e o uso eficiente de combustíveis, com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria nacional;

- iii. Criação, ampliação e fortalecimento de redes de PD&I e fomento a parcerias público-privadas nas temáticas de energia, biocombustíveis e petróleo e gás, objetivando a convergência de esforços e a otimização de recursos públicos dos principais gargalos tecnológicos das cadeias produtivas associadas à energia;
- iv. Apoio às ações de PD&I em fontes renováveis para geração de energia elétrica e na produção e uso de biocombustíveis, visando fortalecer o Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis (PNPB), consolidando a base tecnológica e aumentando a competitividade do biodiesel, apoiar o desenvolvimento de fontes renováveis para geração de energia elétrica, de forma a manter altos percentuais na matriz, aumentar a competitividade do etanol e viabilizar novos biocombustíveis, com especial destaque para o bioetanol e o bioquerosene para aviação, no contexto de biorrefinarias integradas, e desenvolver tecnologias associadas às redes elétricas inteligentes, novas tecnologias de transmissão, distribuição e armazenamento de energia, visando ao aumento da segurança do Sistema Interligado Nacional;
- v. Apoiar ações de PD&I para a produção de petróleo e gás em águas profundas, para o aproveitamento de gases não convencionais, bem como para a produção e uso limpo do carvão mineral, com foco na geração termelétrica, siderurgia e carboquímica, com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria nacional e reduzir as importações e os impactos ambientais;
- vi. Implantação de um instituto de tecnologia em energias renováveis, com foco inicial na criação de um centro de testes e demonstração em energia eólica e posterior implantação de testes em energia solar, para o fortalecimento da tecnologia nacional; e
- vii. Implantação de plataformas de escalonamento semi-industrial abertas, multiusuárias e adaptadas a diversos propósitos, destinadas às atividades de PD&I para promover a interação entre o setor acadêmico e o setor empresarial.

É importante que as diretrizes de CT&I de um país, como as que constam na ENCTI, estejam relacionadas à solução de desafios locais relevantes, inclusive aqueles sociais. Para tanto, deve-se aumentar a representatividade de diferentes atores, como consumidores, em conselhos que deliberam sobre as diretrizes de CT&I. Segundo o documento referente à ENCTI 2016-2022, esta foi *“elaborada a partir de uma consulta pública e amplamente debatida com os atores do setor”*. Entretanto, não são especificados as instituições e os grupos representados no processo deliberativo que definiu as diretrizes gerais de CT&I e as diretrizes para a área de energia.

A formação de um “Conselho de CT&I para o Setor Elétrico Brasileiro” com a participação de diferentes atores contribuiria para a definição de uma agenda de CT&I mais alinhada às necessidades e interesses do setor. Independente de sua criação, o processo deliberativo que define diretrizes de CT&I para o setor elétrico poderia se beneficiar da participação de órgãos públicos do setor energético, como MME, ANEEL e ONS, de empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia, de instituições de CT&I, de agências de fomento e, por último, mas não menos importante, de entidades representantes dos consumidores.

Ainda com respeito às estratégias definidas pela ENCTI, esta previu a elaboração do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Energias Renováveis e Biocombustíveis e do Plano Setorial em Ciência, Tecnologia e Inovação em Petróleo e Gás e Carvão Mineral, que definem metas específicas, além de ações que possibilitam o seu cumprimento.

Já o Plano de Ação em CT&I em Energias Renováveis e Biocombustíveis 2018-2022, por exemplo, estabeleceu, dentre outras, a meta de *“diversificar as fontes de geração renovável na matriz elétrica”*. As ações previstas para o cumprimento desta meta, as quais indicam o seu grau de especificação, são articular a formação e a consolidação de redes de pesquisa e desenvolvimento com foco em energia heliotérmica e hidrogênio, incentivar projetos demonstrativos para a geração de novas energias renováveis, como heliotérmica, eólica *offshore*, oceânicas e sistemas híbridos, e desenvolver novas tecnologias para energia solar fotovoltaica e energia eólica, adaptadas às condições nacionais.

Como exposto acima, diferentemente da ENCTI, com diretrizes gerais de CT&I para o setor energético, o Plano de Ação em CT&I em Energias Renováveis e Biocombustíveis 2018-2022 estabelece metas específicas para o desenvolvimento inovativo do setor e prevê, para cada uma, diversas ações visando o seu cumprimento. Assim, é possível observar a orientação de políticas de inovação (ações) por missões

(metas) no referido Plano de Ação. Observa-se, contudo, que há espaço, neste plano, para a inclusão de estratégias pormenorizadas de mobilização e articulação de iniciativas e programas para o alcance das metas definidas.

Em alguns países avançados, estes planos de ação contêm estratégias que incluem a criação ou atualização de programas públicos, o estabelecimento de redes de pesquisa, com nome oficial e a indicação da natureza dos *players* afiliáveis, incentivos fiscais, a previsão de revisão de certas disposições regulatórias, dentre outras providências, com o objetivo de contribuir para o cumprimento das missões escolhidas.

Os Planos de Ação em CT&I orientados por missões e com estratégias nítidas e bem definidas contribuem para a mobilização dos esforços inovativos de diferentes atores e para a convergência destes esforços em prol de objetivos relevantes. Tendo em vista o que foi observado acima, é possível avançar na definição das estratégias de inovação no Setor Elétrico Brasileiro e, assim, no seu processo de desenvolvimento inovativo.

7.2.1.3 - O Plano Inova Energia

O Plano Inova Energia foi uma iniciativa de coordenação dos instrumentos de apoio disponibilizados pela Finep, pelo BNDES e pela ANEEL, com a finalidade de apoiar projetos e endereçar desafios tecnológicos em três linhas temáticas: redes elétricas inteligentes e transmissão em ultra alta tensão, geração de energia por meio de fontes alternativas e veículos híbridos e eficiência energética veicular.

Ao conceder apoio financeiro a planos de negócios entendidos como importantes para estimular a inserção no mercado dos resultados de P&D, o Plano Inova Energia pode ser visto como um movimento legítimo na direção de uma política sistêmica. Além disso, ao favorecer interações entre empresas de energia elétrica, empresas fornecedoras de bens e serviços, ICTs e agências de fomento, o Plano também acena de maneira definitiva para uma visão sistêmica sobre inovação. Por último, por ter a finalidade de desenvolver tecnologias para a solução de desafios específicos, o Plano induz, ainda, a uma política orientada por missões. Contudo, por se limitar a oferecer apoio financeiro e não estar coordenado com políticas complementares de inovação, como políticas de regulação, compras públicas e capacitação, este plano não pode ser caracterizado como uma política inegavelmente sistêmica.

A análise do processo seletivo do Inova Energia permite a compreensão de alguns dos pontos tratados acima. O processo era realizado pelo Comitê de Avaliação, composto por membros titulares e suplentes indicados pela ANEEL, BNDES e Finep. No

total, o processo era composto por cinco etapas. Em primeiro lugar, as empresas e as ICTs manifestavam interesse em participar do processo seletivo na condição de empresa líder, empresa parceira ou ICT, através de uma carta de manifestação de interesse, conforme instruções do edital. Em segundo lugar, o Comitê de Avaliação selecionava as empresas líderes, de acordo com os critérios previstos no edital⁵. Em terceiro lugar, as empresas líderes habilitadas na etapa anterior eram convidadas a participar de um evento com as empresas parceiras⁶ e as ICTs. Em seguida, as empresas líderes apresentavam os planos de negócio individualmente ou em parceria eventualmente concretizada com as ICTs ou empresas cadastradas na etapa de manifestação de interesse. Em quarto lugar, o Comitê de Avaliação selecionava os melhores planos de negócio, segundo os parâmetros previstos no edital⁷. Por último, para cada plano de negócio selecionado, o Comitê de Avaliação estruturava um plano de suporte conjunto, definindo, dentre os instrumentos de apoio vigentes da ANEEL, do BNDES e da Finep, aqueles que melhor se adequavam a cada caso.

Assim, as etapas do processo de seleção do Plano Inova Energia favoreciam interações entre diferentes atores relevantes para o processo inovativo, a partir de uma visão sistêmica, e giravam em torno dos planos de negócios, entendidos como importantes para estimular a inserção no mercado dos resultados de P&D e, portanto, também importantes para este processo de inovação.

De acordo com o edital do Plano Inova Energia, os planos de negócios eram avaliados segundo critérios relacionados não apenas à aderência temática, inovação, viabilidade técnica e conteúdo tecnológico e produtivo local, como também à viabilidade comercial e, neste parâmetro, eram analisados o modelo de comercialização e o potencial exportador das empresas, por exemplo.

Uma vez aprovados os planos de negócios, o Comitê de Avaliação definia os melhores instrumentos de apoio para os mesmos, com base nos instrumentos disponíveis da Finep, do BNDES e da ANEEL. O apoio destas instituições aos projetos de inovação chegava a até 90% do valor total de cada projeto, devendo o restante ser alocado pela empresa ou grupo de empresas por ele responsável, a título de contrapartida mínima obrigatória.

5 As empresas líderes deviam possuir receita operacional bruta igual ou superior a R\$ 16 milhões ou patrimônio líquido igual ou superior a R\$ 4 milhões, exceto no caso de submeterem projetos com a linha temática 1 (Redes Elétricas Inteligentes), quando estes valores mudavam. O processo de seleção das empresas líderes devia obedecer aos seguintes critérios: aderência aos objetivos da seleção pública, consistência da estratégia de inovação, capacidade empreendedora e gerencial, capacidade financeira, capacitação técnica e conteúdo tecnológico e produtivo local.

6 Empresas que não preenchiam os requisitos financeiros para ser empresa líder ou que não tinham interesse em participar de plano de negócio na condição de empresa líder.

7 Os parâmetros para a seleção de planos de negócio eram aderência temática, inovação, viabilidade técnica, viabilidade comercial e conteúdo tecnológico e produtivo local.

Dentre os instrumentos de apoio oferecidos pela Finep ao Plano Inova Energia estavam: financiamento reembolsável para Planos de Investimentos Estratégicos em Inovação das Empresas Brasileiras, subvenção econômica, apoio financeiro aos projetos executados por ICTs em cooperação com as empresas apoiadas, com recursos do FNDCT, e instrumentos de renda variável.

Por sua vez, o BNDES oferecia como instrumentos de apoio: operações de crédito pelos programas BNDES PSI, BNDES Proengenharia, BNDES Prosoft e Fundo Clima, apoio não reembolsável por meio do Funtec para ICTs sem projetos em cooperação com empresas e instrumentos de renda variável.

Por fim, pela ANEEL eram “disponibilizados” os recursos do seu Programa de P&D, de acordo com suas condições e normas vigentes.

O Plano Inova Energia, ao prever a elaboração de planos de negócios e combinar instrumentos de apoio da ANEEL e de outras instituições de fomento, representa uma oportunidade importante para o Programa de P&D da ANEEL, principalmente no que diz respeito ao estímulo à realização de projetos em etapas finais, isto é, que envolvem a produção em “escala piloto” e a comercialização.

Dados do documento “Resultado Final do Inova Energia”, disponível no site da Finep, mostram que esta oportunidade foi explorada em alguma medida. Dos 61 planos de negócios aprovados, 14 receberam recursos do Programa de P&D da ANEEL, ou seja, 23%. Entretanto, caso o Programa Inova Energia seja retomado no futuro, há espaço para estimular, ainda mais, a aproximação entre os dois programas, compreendida como estratégica no que diz respeito à inserção de novas tecnologias no mercado.

Em uma breve síntese, o Plano Inova Energia, ao apoiar os planos de negócios, promover importantes interações e focar em objetivos específicos, representou um movimento legítimo na direção de uma política de inovação sistêmica e orientada por missões. Por outro lado, entende-se que o Programa Inova Energia careceu da coordenação com outras políticas de inovação, como políticas de compras públicas, de regulação, dentre outras.

7.2.1.4 - Fundo Setorial de Energia

O Fundo Setorial de Energia (CT-Energ) tem como objetivo promover a geração de energia com menores custos e melhor qualidade, formar e capacitar recursos humanos na área de energia, promover o desenvolvimento tecnológico nacional e aumentar a competitividade industrial nacional. Para tanto, o CT-Energ financia

diversas iniciativas, como projetos de P&D, bolsas para a formação e capacitação de recursos humanos e estudos para diagnósticos e prognósticos na área de energia. Por sua vez, as ações apoiadas pelo CT-Energ são implementadas pelas agências executoras FINEP e CNPq.

O CT-Energ, além de apoiar financeiramente a construção de competências e o desenvolvimento tecnológico e inovativo na área de energia, também contribui para a coordenação de esforços inovativos no setor.

Segundo o Manual Operativo do Fundo Setorial de Energia (2012), as ações passíveis de financiamento pelo CT-Energ incluem:

- i. Contratação de estudos e pesquisas para o diagnóstico de necessidades e o prognóstico de oportunidades na área de energia, como estudos de prospecção tecnológica e pesquisas para melhorar o entendimento do potencial de mercado e técnico das tecnologias de energia;
- ii. Projetos de P&D que envolvam pesquisa básica dirigida, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, engenharia não-rotineira (atividades de engenharia que envolvem a utilização de conhecimentos para obtenção de soluções inovadoras), tecnologia industrial básica (atividades tecnológicas desenvolvidas nas áreas de metrologia, normalização, certificação e qualidade, inclusive os ensaios necessários aos processos de patenteamento) e serviços de apoio técnico; e
- iii. Apoio à infraestrutura de PD&I, concessão de bolsas que contemplem a formação e a capacitação de recursos humanos demandados pelo setor de energia e apoio a eventos (congressos, seminários, workshops, etc.) voltados ao setor.

De acordo com o documento “Diretrizes Estratégicas para o Fundo Setorial de Energia” (2014), as ações apoiadas pelo CT-Energ devem estar alinhadas com as diretrizes e prioridades das políticas nacionais industriais, de ciência, tecnologia e inovação e de planejamento energético. Desta forma, suas diretrizes estratégicas devem estar em consonância com a ENCTI, com o Plano Nacional de Energia e com o Plano Decenal de Expansão de Energia.

Em suma, o CT-Energ exerce um importante papel na construção de competências e no desenvolvimento tecnológico e inovativo na área de energia, ao financiar bolsas, projetos de P&D e estudos para diagnósticos e prognósticos, dentre outras

iniciativas. Além disso, o CT-Energ contribui para o processo de inovação no setor energético, ao atuar, de forma relevante, na coordenação de esforços inovativos.

7.2.1.5 - BNDES – Fundo Tecnológico

Criado em 1964 com a finalidade de financiar programas de pós-graduação nas universidades brasileiras, o Fundo Tecnológico (Funtec) foi descontinuado em 1967. Diante da necessidade de desenvolvimento do sistema de inovação brasileiro, o BNDES recriou o Funtec, em 2006, com novas bases (DIAS e ALMEIDA, 2013; PEREIRA *et al*, 2016). A partir de então, seu objetivo passou a ser o de oferecer apoio financeiro não reembolsável a projetos de P&D executados por instituições tecnológicas⁸ em parceria com empresas, a fim de levar o conhecimento da academia ao setor produtivo e garantir a introdução de inovações no mercado.

O apoio financeiro no âmbito do Funtec é limitado a 90% do valor total dos itens financiáveis do projeto e podem receber recursos do Fundo as instituições tecnológicas, instituições de apoio⁹ e as empresas participantes do projeto. Destaca-se que a empresa participante do projeto deve figurar como interveniente no contrato de colaboração financeira e deve contribuir financeiramente com no mínimo 10% do valor total dos itens financiáveis.

Como será explicado adiante, o Funtec concentra seus esforços e recursos em temas considerados estratégicos pelo BNDES. Em 2016, este passou a incorporar no processo de definição de focos estratégicos a busca por respostas a desafios nacionais de longo prazo, como mudanças climáticas e a escassez de energia. Neste sentido, o Funtec pode ser visto como uma política orientada por missões.

O Fundo também possui elementos de uma política sistêmica, pelo menos no que diz respeito à promoção de interações, uma vez que apoia projetos e aprendizados interativos entre institutos de tecnologia, instituições de apoio e empresas. Ademais, o BNDES utiliza sua capacidade de congrega e articular parceiros para assegurar a obtenção de resultados de pesquisa. Desta forma, por trás da lógica operacional do Funtec, há o entendimento da importância de interações para o processo inovativo.

8 Instituições Tecnológicas são pessoas jurídicas de direito público interno ou entidade direta ou indiretamente por eles controlada ou pessoas jurídicas de direito privado sem fins lucrativos, que tenha por missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico, bem como desenvolvimento tecnológico.

9 Instituições de apoio são as instituições criadas com a finalidade de dar apoio a projetos de pesquisa, ensino e extensão e de desenvolvimento institucional, científico e tecnológico, de interesse das instituições estaduais de ensino superior e de pesquisa científica e tecnológica, e as instituições criadas com o amparo da Lei nº 8.958/1994, que possuam esta mesma finalidade.

As diretrizes que orientam o planejamento e a operação do Funtec, apresentadas a seguir, dão sustentação ao seu perfil, traçado acima.

- i. Acelerar a busca de soluções para gargalos e oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do país;
- ii. Concentrar esforços e recursos em temas específicos, com foco bastante definido, nos quais as empresas brasileiras possam vir a assumir um papel de destaque ou mesmo de liderança no plano mundial, evitando-se a pulverização de recursos;
- iii. Assegurar a continuidade dos esforços desenvolvidos nas áreas selecionadas, objetivando acelerar a obtenção dos resultados das pesquisas e conjugar os esforços de institutos de pesquisas e empresas, mediante a utilização da capacidade do BNDES de congregar e articular parceiros;
- iv. Apoiar projetos que contenham mecanismos que prevejam a efetiva introdução de inovações no mercado;
- v. Fomentar a aproximação entre instituições tecnológicas e empresas, promovendo a aplicação de conhecimento gerado na academia ao setor produtivo; e
- vi. Incentivar a estruturação de projetos que combinem diferentes instrumentos de apoio (outros produtos, linhas de financiamento e programas previstos nas Políticas Operacionais do BNDES) com os recursos do Funtec.

Desde sua reativação em 2006, o Funtec vem passando por processos de ajuste. Em 2008, foi constituído o Comitê Consultivo do Fundo Tecnológico (CCTEC), com o objetivo de avaliar os projetos que pleiteiam apoio do Fundo quanto a seu mérito técnico, ao risco tecnológico, ao grau de ineditismo e às capacitações das proponentes, ou seja, das ICTs, na execução do projeto, e das empresas intervenientes, na introdução da nova tecnologia no mercado (PEREIRA *et al*, 2016).

Desde 2007, o Funtec também possui a importante missão de definir os focos de sua atuação, isto é, as áreas tecnológicas prioritárias e passíveis de apoio (PEREIRA *et al*, 2016). A partir de então, com a finalidade de delimitar os focos estratégicos do Fun-

do, o BNDES congrega diversas fontes de inspiração, como políticas públicas, tendências globais e conhecimento setorial interno. Destaca-se que os focos estratégicos são revistos anualmente. Em 2013, o processo de definição dos focos foi aprimorado ao incorporar critérios objetivos. Por exemplo, são utilizados indicadores em escala Likert¹⁰ para medir o atendimento do foco proposto às diretrizes do Fundo.

Por fim, a partir de 2016, o BNDES passou a incorporar no processo de definição de focos estratégicos a busca por respostas a desafios globais e nacionais de longo prazo. Desta forma, a linha de atuação do Fundo passou a ser orientada por estratégias que buscam resolver grandes desafios, como mudanças climáticas, segurança alimentar, urbanização e escassez de energia (IBID, 2016).

Em suma, o Funtec constitui um importante instrumento de apoio a projetos de inovação voltados à solução de gargalos tecnológicos no país. O Fundo, que concede recursos não-reembolsáveis, contribui para estimular iniciativas menos conservadoras e mais arrojadas. Com foco em temas específicos e ciente da relevância de interações para o processo inovativo, o Funtec demonstra ser orientado por missões e entender fundamentos importantes de uma política sistêmica.

7.2.1.6 - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Criado em 1952, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (até 1974, Conselho Nacional de Pesquisas, cuja sigla, CNPq, se manteve) é um órgão ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, com o objetivo de fomentar a pesquisa científica e tecnológica e promover a formação de recursos humanos em áreas estratégicas para o desenvolvimento nacional. Desta forma, o CNPq aporta recursos financeiros para a implementação de projetos, programas e redes de P&D, assim como concede bolsas para a formação e qualificação de recursos humanos no campo da pesquisa científica e tecnológica, em universidades, institutos de pesquisa, centros tecnológicos e de formação profissional.

O CNPq apoia diversos programas, alguns com enfoque setorial e outros com enfoque transversal. Embora não haja nenhum programa com foco no setor elétrico, há programas que podem se mostrar de grande utilidade para o setor e se coordenar de maneira vantajosa com o Programa de P&D da ANEEL.

Esta seção trata de dois programas importantes para a capacitação de recursos humanos na área de CTI, nomeadamente o Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAEE) e o Programa de Cooperação Internacio-

¹⁰ Metodologia apresentada por Likert (1932).

nal. O primeiro se destaca por seu papel na aproximação entre a academia e o setor produtivo e o segundo pela promoção de parcerias internacionais em projetos de CTI. Apesar de sua importância, o RHAЕ, criado em 1987, teve sua última chamada pública em 2013 e a sua retomada se faz necessária e oportuna.

O RHAЕ contribui para a aproximação entre a academia e o setor produtivo por se destinar à inserção de mestres e doutores em empresas privadas. O Programa utiliza um conjunto de modalidades de bolsas, como bolsas de Fixação e Capacitação de Recursos Humanos e de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial, especialmente criadas para agregar pessoas altamente qualificadas em atividades de P&D nas empresas, além de formar e capacitar recursos humanos que atuem em projetos de pesquisa aplicada ou de desenvolvimento tecnológico.

A inserção de mestres e doutores em empresas, para ser vantajosa, deve assegurar a aplicação do conhecimento acadêmico no setor produtivo e o mérito do RHAЕ está justamente em contribuir para este processo. O RHAЕ, ao aproximar a academia e o setor produtivo, também possui o potencial para ampliar a visão científica e a capacidade de absorção de conhecimento das empresas e, assim, contribuir para a definição de estratégias de inovação menos conservadoras e mais arrojadas por partes das mesmas.

Por fim, cabe destacar o Programa de Cooperação Internacional do CNPq, que visa fortalecer e aperfeiçoar a colaboração internacional em CTI, mobilizando competências no Brasil e no exterior, contribuindo para a qualificação de pessoas e promovendo pesquisa, desenvolvimento e inovação. Responsável por alcançar este objetivo, a Coordenação Geral de Cooperação Internacional (CGCIN) do CNPq promove o financiamento a projetos conjuntos de pesquisa (intercâmbio científico e tecnológico interinstitucional), a formação e capacitação de brasileiros em outros países, a formação e capacitação de estrangeiros no Brasil, a participação direta com outras agências de cooperação internacional em projetos e programas de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico e à formação de recursos humanos e missões exploratórias.

Visto que a fronteira do conhecimento tecnológico não está forçosamente dentro do limite das nossas fronteiras físicas nacionais, as cooperações internacionais em CTI são de grande importância estratégica. O Programa de Cooperação Internacional do CNPq contribui exatamente para fomentar estas parcerias internacionais e, deste modo, promove transferências de conhecimento importantes para o desenvolvimento tecnológico e inovativo do país.

7.2.1.7 - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Criada em 1951 e vinculada ao Ministério da Educação (MEC), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desempenha um papel fundamental na expansão e na consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados do Brasil. A CAPES possui diversas linhas de ação, cada qual desenvolvida por um conjunto estruturado de programas, citando-se a avaliação da pós-graduação *stricto sensu*, o acesso e a divulgação da produção científica, os investimentos na formação de recursos de alto nível no país e no exterior, a promoção da cooperação científica internacional e a indução e o fomento da formação inicial e continuada de professores para a educação básica nos formatos presencial e à distância.

Nota-se que os programas da CAPES podem se mostrar de grande utilidade para o setor elétrico e se coordenar de maneira vantajosa com o Programa de P&D da ANEEL. A despeito de sua importância, alguns dos programas mencionados aqui tiveram poucas chamadas públicas, principalmente no período recente. Entretanto, entre os programas da CAPES, dois possuem foco no setor elétrico:

- i. O Programa CAPES/Eletronuclear, que tem por objetivo estimular e apoiar a realização de projetos de pesquisa no setor nuclear, através da concessão de bolsas para a formação de recursos humanos voltados ao setor. Criado em 2013, o programa teve dois editais; e
- ii. O Programa “CAPES/CNPEM”, que concede bolsas visando a formação e a capacitação de recursos humanos, com o objetivo de estimular e apoiar o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica nas áreas de energia e materiais, dentre elas, biotecnologia, bioenergia, biomassa, bioetanol, química verde, nanotecnologia e luz síncrotron. O programa busca qualificar indivíduos nas áreas de atuação dos laboratórios vinculados ao Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) e, criado em 2013, teve um edital.

Há, ainda, outros programas da CAPES que podem oferecer um apoio multisetorial e que merecem menção no presente trabalho. Neste sentido, destacam-se três programas, apresentados abaixo.

O primeiro programa, chamado CAPES/Inmetro¹¹, objetiva ampliar a Rede de Laboratórios Associados do Inmetro para Inovação e Competitividade (RELAI), por

¹¹ A sigla Inmetro se refere ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

meio da seleção de novos laboratórios associados que apresentem potencial para o desenvolvimento de projetos de PD&I. Criado em 2011, o programa teve dois editais.

O CAPES/Inmetro concede aos laboratórios selecionados a oportunidade de compartilhar da infraestrutura laboratorial do Inmetro, beneficiar-se das conexões do órgão com instituições internacionais de alto nível e contar com bolsas da CAPES e do Inmetro. O programa, assim, apoia a testagem de protótipos, promove aprendizados interativos com o Inmetro e suas instituições parceiras e capacita profissionais para projetos de PD&I.

Com vista ao exposto acima, o Programa CAPES/Inmetro demonstra contribuir para processos de inovação, principalmente para as etapas próximas e relacionadas à inserção no mercado. Cabe lembrar que todos os produtos comercializados no Brasil devem estar de acordo com os critérios regulatórios do Inmetro. Neste sentido, a coordenação de programas públicos de PD&I com o Programa CAPES/Inmetro pode trazer benefícios concretos para os primeiros, inclusive para o Programa de P&D da ANEEL, que historicamente possui um número moderado de projetos concentrados nas últimas etapas do processo de inovação.

O segundo programa, chamado MEC/MDIC/MCT, visa incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de processos e produtos inovadores no país, bem como *“dinamizar a obtenção de direitos de propriedade industrial e intelectual pelas ICTs e pelas empresas nacionais, mediante concessão de incentivos fiscais a projetos de pesquisa científica e tecnológica e de inovação tecnológica”*, conforme previsto na Chamada Pública MEC/MDIC/MCT nº 01/2007. Criado em 2007, o Programa teve apenas uma chamada pública.

O Programa determina que as propostas sejam analisadas pelo Comitê Permanente de Acompanhamento de Ações de Pesquisa Científica e Tecnológica e de Inovação Tecnológica, do qual participa a CAPES, representando o MEC. As empresas participantes do Programa, que investem em projetos de pesquisa desenvolvidos por ICTs, recebem isenções fiscais e, assim como as ICTs, obtêm o direito da propriedade intelectual sobre o resultado da pesquisa. Destaca-se que, quanto menor a isenção fiscal para a empresa, maior é o seu direito sobre o resultado da pesquisa e vice-versa.

Por assegurar o direito de propriedade intelectual, o Programa reduz incertezas acerca da apropriação de resultados de PD&I e contribui para o desenvolvimento de projetos inovativos. Caso a obtenção da propriedade intelectual no âmbito deste programa envolva um processo mais rápido do que o descrito por profissionais entrevistados no presente trabalho, isto é, não demande até 8 anos, programas como este podem se mostrar úteis para incentivar a busca por inovação no Programa de P&D da ANEEL.

O terceiro programa, chamado Talentos para Inovação, foi criado em 2018 e teve somente uma chamada pública. O Programa é uma parceria entre a CAPES e o CNPq, com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) e do Instituto Euvaldo Lodi (IEL-NC), e destina-se a apoiar a capacitação e a inserção de profissionais especializados em projetos de PD&I executados em unidades e polos EMBRAPII, por meio da concessão da Bolsa Jovens Talentos (BJT). A concessão de bolsas desta natureza para profissionais que participem de iniciativas similares, como o Programa de P&D da ANEEL, contribuiria para aumentar a sua capacitação e motivação, assim como para se obter melhores resultados de PD&I.

7.2.1.8 - EMBRAPII

Criada em 2013, a EMBRAPII busca fomentar projetos de cooperação entre instituições de pesquisa científica e tecnológica e empresas industriais. A premissa da instituição é de que esta aproximação contribui para o aumento da intensidade tecnológica e da capacidade de inovação da indústria brasileira.

Mais especificamente, a EMBRAPII tem como finalidade principal apoiar projetos de cooperação entre empresas industriais e unidades EMBRAPII. Estas unidades são instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, sem fins lucrativos, credenciadas pela EMBRAPII e habilitadas para executar projetos de PD&I nas áreas de competência por ela aprovadas, em parceria com empresas do setor industrial. Com experiência comprovada no desenvolvimento de projetos de inovação em parceria com empresas industriais, as unidades EMBRAPII têm grande capacidade para responder às demandas por soluções tecnológicas e inovação das companhias.

A EMBRAPII se destaca por oferecer recursos não-reembolsáveis a projetos de PD&I entre instituições de pesquisa científica e tecnológica e empresas industriais, além de garantir o compartilhamento de custos e riscos relacionados a estes projetos e assegurar a excelência operacional das unidades EMBRAPII.

A EMBRAPII, dada sua natureza jurídica, consegue prover, como mencionado, recursos não-reembolsáveis a projetos de PD&I. A instituição é qualificada como Organização Social (OS) pelo Poder Público Federal desde 2013, após a publicação do Decreto nº 170/2013. A condição de OS confere à entidade a pos-

sibilidade de receber e gerir recursos públicos¹² para a execução de seus projetos. Assim, as OS recebem e transferem recursos não-reembolsáveis, mas não realizam empréstimos a baixo custo ou fornecem linhas de crédito (SANTOS e FUCK, 2016). A concessão de recursos não-reembolsáveis contribui para estimular a realização de projetos que carregam altos riscos e incertezas, os quais são inerentes a projetos ambiciosos de inovação.

O financiamento dos projetos de PD&I é dividido entre três agentes. A EMBRAPPII pode aportar até 1/3 das despesas e o restante é dividido entre as empresas parceiras e as unidades EMBRAPPII. Destaca-se que o fato de haver uma contrapartida financeira por parte das unidades e das empresas nos projetos atesta o compromisso destes agentes com o alcance de resultados. Assim, o compartilhamento de custos contribui para a realização generalizada de esforços inovativos e para que os projetos resultem em inovações.

Como mencionado, as unidades EMBRAPPII desempenham um importante papel nos projetos de PD&I apoiados pela EMBRAPPII. Com experiência comprovada no desenvolvimento de projetos de inovação com empresas industriais, estas unidades possuem grande capacidade para prover soluções tecnológicas às companhias. A excelência operacional destas unidades é assegurada pela EMBRAPPII com ajuda do Sistema de Excelência Operacional EMBRAPPII (EOE), que estabelece requisitos operacionais a serem por elas observados.

Nota-se que, uma vez preenchidos, estes requisitos operacionais atestam a performance excepcional das unidades em três dimensões: gestão e execução eficiente dos projetos contratados com os clientes, de forma a garantir o atendimento às demandas emergentes, eficiência na identificação de oportunidades e na execução de ações para transformar o conhecimento tecnológico acumulado em vantagens competitivas para as empresas e excelência no desenvolvimento das competências internas para garantir o avanço tecnológico.

A EMBRAPPII, desta forma, demonstra compreender fundamentos importantes de uma política sistêmica. Neste sentido, a EMBRAPPII promove aprendizados interativos entre ICTs e empresas industriais e seleciona unidades EMBRAPPII observando certos requisitos, como a sua capacidade de transformar conhecimento em vantagens para as empresas, isto é, de acordo com a sua capacidade de preencher a lacuna entre ciência e inovação.

12 Vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação e ao Ministério da Educação, a EMBRAPPII recebe financiamento destes órgãos federais.

7.2.2 - POLÍTICAS IMPLÍCITAS DE APOIO À INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO: A QUESTÃO REGULATÓRIA

Na discussão acerca do Sistema Nacional de Inovações, ganham importância não somente as políticas de CT&I, mas também as chamadas políticas implícitas. Estas políticas, ainda que não sejam diretamente voltadas à promoção da inovação ou à difusão de novas tecnologias, acabam influenciando os esforços e as direções das políticas inovativas com a criação de um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, através de uma estrutura de incentivos. Desta forma, a presente seção tem como objetivo analisar as políticas implícitas no caso dos segmentos de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica, abordando suas especificidades e, ainda, a necessidade de eventuais mudanças regulatórias.

7.2.2.1 - Regulação no segmento de distribuição

7.2.2.1.1 - Contextualização dos modelos regulatórios tradicionais do segmento de distribuição face ao atual paradigma tecnológico do setor

O segmento de distribuição de energia elétrica apresenta características de uma indústria de rede, como a presença dos chamados *sunk costs* (custos irre recuperáveis) e outras típicas dos monopólios naturais, fazendo-se necessária a presença de mecanismos regulatórios (JOSKOW, 2006). Estes mecanismos são relevantes para criar um ambiente que pode vir a favorecer os esforços inovativos, funcionando, portanto, como políticas implícitas de fomento à inovação.

Neste segmento, estas políticas se materializam através dos mecanismos de remuneração das distribuidoras presentes na regulação tarifária e que influenciam a estrutura de incentivos das concessionárias, sendo determinantes para o desenvolvimento de atividades inovativas por parte destes agentes. No caso brasileiro, a tarifa é regulada e definida pela ANEEL, passando por revisões tarifárias realizadas a cada quatro ou cinco anos. Nas revisões tarifárias, os diversos componentes dos custos das distribuidoras são analisados pelo regulador, que estabelece parâmetros de eficiência para cada um deles, utilizando-os no cálculo das tarifas.

O incentivo à eficiência em termos de custos decorre do fato de que os custos operacionais implícitos na tarifa são estabelecidos para todo o ciclo tarifário. Desse modo, há um forte incentivo à sua redução, uma vez que qualquer diminuição sustentável dos custos das distribuidoras resultará no aumento da sua margem de lucro, que persistirá pelo menos até a próxima revisão tarifária.

Outra parte da tarifa das distribuidoras corresponde à remuneração do capital investido. A lógica, aqui, é de que o capital investido na concessão recebe uma remuneração calculada com base em uma taxa regulatória proporcional ao risco da atividade e à depreciação dos ativos. Assim, a regulação do segmento de distribuição tem como diretriz central o incentivo ao aumento na eficiência de custos, sem que exista, contudo, uma diretriz específica de indução à inovação.

Os ganhos oriundos da redução de custos devem, então, ser repassados aos consumidores de forma gradativa, segundo os modelos de *Price Cap* ou *Revenue Cap*, considerando o chamado Fator X, que é calculado de acordo com os ganhos de produtividade estimados pela concessionária de distribuição, em função do crescimento de seu mercado, do aumento do número de consumidores, das melhores práticas de gestão e dos avanços tecnológicos. Na prática, o Fator X atua como um redutor do índice de reajuste tarifário (IGP-M) definido nos contratos de concessão.

Atualmente, considerando a estrutura de capital intensiva que marca o segmento de distribuição de energia elétrica, o modelo regulatório adotado atende a uma lógica que se baseia na remuneração da base de ativos das concessionárias. Desta forma, pretende-se incentivar a realização de investimentos e a busca pelos ganhos de eficiência produtiva, além de garantir a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das distribuidoras.

Em síntese, os modelos regulatórios usualmente implementados no segmento de distribuição de energia elétrica são marcados pela conjugação de mecanismos de remuneração, baseados na classe de ativos, com mecanismos de incentivo à busca por ganhos de eficiência, em especial na questão dos custos de operação. Contudo, vale destacar que estes modelos regulatórios reconhecem apenas os investimentos classificados como prudentes, ou seja, investimentos que se mostrem compatíveis com o crescimento do mercado, com a substituição de ativos e com a melhoria da qualidade dos serviços.

Não há, neste desenho regulatório, qualquer incentivo a inovações que não impliquem em reduções de curto prazo nos custos operacionais e, por isso, algumas modalidades de inovação tendem a ser preteridas pelas concessionárias.

A realização de inovações de longo prazo no segmento de distribuição de energia elétrica também pode ser analisada a partir da ótica dos modelos *input-based* e *output-based*. A lógica do modelo *input-based* está relacionada à premissa de que o regulador define parâmetros de volume, qualidade, tempo e localização dos investimentos na rede. Desta forma, configura-se como um modelo que traz consigo níveis menores de incerteza com relação ao reconhecimento do volume investido. Por outro lado, o modelo implica, também, em um risco mais elevado de que os investimentos incentivados não sejam os mais eficientes do ponto de vista dos

custos ou mesmo os mais adequados aos interesses de empresas e consumidores (CASTRO *et al*, 2014). A discussão em torno do modelo *output-based* e suas principais características será retomada mais adiante, neste mesmo Capítulo.

7.2.2.1.2 - Tendências tecnológicas no segmento de distribuição de energia elétrica e a difusão dos Recursos Energéticos Distribuídos

Nos próximos anos, é possível identificar algumas inovações tecnológicas com potencial disruptivo no segmento de distribuição de energia elétrica, sobretudo a difusão dos chamados Recursos Energéticos Distribuídos (RED). Os RED são as instalações de geração e armazenamento de energia elétrica, em menor escala, localizadas próximas à carga. Os impactos trazidos por estas mudanças podem ser observados a nível técnico, nos hábitos de consumo, com o surgimento de novos modelos de negócio e, ainda, com a necessidade de revisão do arcabouço regulatório. Quanto a este último aspecto, destaca-se que o desenvolvimento tecnológico do segmento de distribuição e a difusão dos RED estão fortemente associados a medidas de incentivo à inovação, que incluem mecanismos tarifários e de remuneração de ativos e a políticas explícitas e implícitas de incentivo às atividades inovativas.

Dentre as tecnologias que deverão ter impacto significativo no segmento de distribuição de energia elétrica, pode-se citar, por exemplo, a geração distribuída (GD), o armazenamento de energia, as tecnologias de resposta da demanda (RD), os veículos elétricos e as *smart grids*.

No caso da GD, termo utilizado para caracterizar a geração de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição, a ANEEL adotou medidas de incentivo à geração de pequeno e médio porte (micro e mini geração distribuída) atrelada a unidades consumidoras, através da edição da Resolução Normativa nº 482/2012 e suas posteriores alterações

Já com relação ao armazenamento, ainda que algumas destas tecnologias possuam grau relativamente alto de maturidade, a maioria está em estágio inicial de desenvolvimento, exigindo importantes aperfeiçoamentos antes que seu potencial possa ser efetivamente aproveitado.

No caso brasileiro, uma iniciativa de grande impacto, que se encontra atualmente em fase de desenvolvimento, foi o lançamento, por parte da ANEEL, da Chamada de Projetos de P&D Estratégico nº 21/2016, referente aos arranjos técnicos e comerciais para a inserção de sistemas de armazenamento de energia no Setor Elétrico Brasileiro. Trata-se, portanto, de uma iniciativa no sentido de promover o

desenvolvimento de um ambiente favorável em nível técnico, comercial e regulatório para a difusão de tecnologias de armazenamento de energia elétrica no país.

As tecnologias de RD também possuem impactos relevantes sobre o comportamento do consumidor e, por isso, vem sendo amplamente estudadas em diversos países. Todavia, a utilização de técnicas de gerenciamento da demanda, no Brasil, é ainda bastante limitada.

Já no caso dos veículos elétricos, destaca-se a necessidade de aprimoramento de sua autonomia. Nota-se que várias tecnologias estão em contínuo aperfeiçoamento e já sendo amplamente utilizadas em veículos comerciais no exterior. No Brasil, porém, a sua presença ainda é bastante tímida, uma vez que menos de 0,05% da frota do país é composta por veículos elétricos, incluindo os modelos híbridos.

Ainda que seja possível identificar algumas medidas de políticas explícitas de apoio ao desenvolvimento de atividades inovativas relacionadas às tecnologias anteriormente citadas, é necessário que as políticas implícitas caminhem na mesma direção e de forma articulada, de modo a estabelecer um ambiente que seja favorável à inovação e à difusão destas novas tecnologias.

7.2.2.1.3 - Reflexões acerca da regulação no segmento de distribuição face ao novo paradigma tecnológico do setor

Os modelos tradicionais de regulação econômica das distribuidoras podem ser considerados inadequados para compatibilizar as novas tendências tecnológicas e a adoção das soluções mais eficientes do ponto de vista dos custos pelas concessionárias, dificultando a difusão de novas tecnologias no segmento. Esta seção busca, portanto, analisar os principais *drivers* regulatórios que irão orientar o desenvolvimento tecnológico do segmento de distribuição nos próximos anos, no país.

Um dos principais motivos para a incompatibilidade dos modelos tradicionais de regulação econômica com o novo paradigma tecnológico é o fato de que estes afetam de forma expressiva a estrutura de custos das concessionárias de distribuição. Neste sentido, diante do novo paradigma tecnológico do setor, há uma tendência ao aumento significativo da proporção de OPEX em relação ao CAPEX. A automação das redes e a digitalização dos serviços, por exemplo, tendem a envolver investimentos pequenos em ativos fixos (remunerados) e podem estar associadas a um aumento de gastos classificados como custos operacionais.

Desta forma, se faz necessário o estabelecimento de mecanismos de remuneração que viabilizem a difusão dos RED e das novas tecnologias. Em outras palavras,

deve-se buscar um modelo no qual os ganhos de eficiência, sejam eles relacionados ao CAPEX ou ao OPEX, sejam incentivados de forma igualitária, tal como é feito no modelo regulatório do tipo *Total Expenditure* (TOTEX).

Neste ponto, é válido retomar à discussão em torno dos modelos *output-based* e *input-based*. Enquanto nos modelos *input-based* as distribuidoras possuem baixa liberdade para direcionar seus investimentos, nos modelos *output-based* cabe ao regulador apenas a definição acerca dos requisitos mínimos a serem cumpridos pelas concessionárias. Ou seja, nos modelos *output-based*, as distribuidoras possuem maior capacidade de alocação dos seus investimentos, o que viabiliza o aporte de recursos em alternativas consideradas mais atrativas do ponto de vista dos custos e da eficiência, atendendo, assim, aos critérios de incentivos e penalidades estabelecidos (CASTRO *et al*, 2014).

Os *outputs* avaliados neste tipo de regulação podem estar relacionados à performance das concessionárias de distribuição. De modo geral, os parâmetros considerados estão ligados à qualidade da energia, à confiabilidade do suprimento e à minimização do nível de perdas técnicas. Dadas as tendências no âmbito tecnológico prospectadas para os próximos anos, o desenvolvimento de atividades inovativas pode ser potencializado por meio de modelos regulatórios do tipo *output-based*. Deste modo, já há países nos quais os mecanismos de incentivo *output-based* vêm sendo aplicados no âmbito do segmento de distribuição de energia elétrica.

Na Itália, por exemplo, foi implementado um modelo regulatório *output-based* do tipo TOTEX. Além disso, o país possui um ciclo regulatório com duração de oito anos, permitindo que os ganhos de eficiência sejam apropriados pelas distribuidoras por um período mais longo. Outra experiência internacional valiosa é o caso do Reino Unido, onde foi adotado o modelo *output-based* conhecido como RIIO, também do tipo TOTEX, que possui mecanismos que consideram a performance da distribuidora, favorecendo o desenvolvimento de atividades inovativas.

A difusão das tecnologias características do novo paradigma tecnológico e dos RED ocorrem, também, em função de variáveis exógenas às empresas do setor elétrico e ao arcabouço regulatório vigente. Desta forma, é necessário que sejam observados diversos fatores, como a presença de políticas públicas de estímulo ao desenvolvimento e à difusão de atividades inovativas, o nível de renda da população, a preferência dos consumidores, entre outros.

Assim, diante das perspectivas de difusão dos RED no mercado brasileiro, é possível afirmar que o modelo regulatório vigente para o segmento de distribuição é inadequado, face às mudanças projetadas para os próximos anos. Esta inadequação está relacionada ao reconhecimento *ex-post* dos investimentos em novas tecnologias, fazendo com que as concessionárias possuam, atualmente, poucos incenti-

vos para desenvolver atividades inovativas, em função dos riscos envolvidos.

Nota-se que a regulação atual tende a tornar as concessionárias avessas a investir em tecnologias que ainda não estejam consolidadas, considerando que este tipo de investimento pode apresentar um risco de obsolescência tecnológica. Neste sentido, como uma solução que hoje parece promissora pode simplesmente sair do mercado e obrigar a distribuidora a substituir precocemente os ativos relacionados, ou seja, antes do final de sua vida útil, a concessionária incorreria em prejuízo.

Em síntese, o novo paradigma do segmento de distribuição do Setor Elétrico Brasileiro que se desenha com as tendências de inovações tecnológicas traz consigo uma série de impactos, a nível técnico, operacional, de hábitos de consumo e de modelos de negócio. Destaca-se que é de suma importância que os modelos regulatórios e seus mecanismos se adequem ao novo cenário, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de atividades inovativas e à difusão de inovações tecnológicas que alcancem o consumidor final. Portanto, a questão do incentivo à inovação no segmento de distribuição passa, não só por políticas explícitas, como também por políticas implícitas, que tornem o ambiente setorial favorável a este tipo de atividade, com ênfase à questão regulatória, tendo em vista a sua influência sobre a estrutura de incentivos das concessionárias.

7.2.2.3 - Aspectos regulatórios para inovação no segmento de transmissão

O setor de transmissão possui dois enquadramentos regulatórios distintos. O primeiro se aplica às concessões antigas, que já venceram e foram renovadas em 2013, e o segundo às concessões que foram objeto de leilão, a partir de 1999. As concessões de transmissão renovadas possuem tratamento regulatório semelhante ao segmento de distribuição. Neste caso, as concessionárias de transmissão possuem tarifa regulada e estão sujeitas a revisões tarifárias periódicas análogas às das distribuidoras. Os incentivos econômicos à inovação são, portanto, análogos aos expostos na seção anterior e nota-se um viés em favor de investimentos que proporcionem reduções nos custos operacionais.

Já as concessões de transmissão leiloadas possuem um regime regulatório diferente. Junto ao edital do leilão dos novos lotes de transmissão, são publicadas as especificações técnicas para a linha de transmissão e para os equipamentos de subestações que precisam ser colocados à disposição do sistema. O empreendedor deve seguir as especificações mínimas, tendo liberdade de adquirir equipamentos suplementares, os quais não serão, porém, objeto de remuneração adicional. Uma vez entrando em operação, a receita au-

ferida será aquela definida no leilão, reajustada pela inflação. Assim, nenhum investimento adicional em modernização que seja feito por iniciativa do empreendedor fará jus a qualquer remuneração adicional.

Por outro lado, se o poder concedente determinar a necessidade de ampliações e reforços, seja em concessões renovadas ou leiloadas, a concessionária deve realizá-los dentro das especificações fornecidas, fazendo jus, neste caso, a uma remuneração adicional pelos investimentos realizados, a ser custeada pelos usuários do sistema de transmissão. O ONS também, em alguns casos, pode determinar a instalação de equipamentos adicionais, normalmente de proteção ou de supervisão e monitoramento, cuja remuneração ocorre via Encargos de Serviços de Sistema.

Finalmente, vale ressaltar que, tanto em concessões de transmissão renovadas, como leiloadas, há um incentivo econômico para a realização de investimentos que aumentem o nível de disponibilidade dos equipamentos. Este incentivo decorre do fato de a penalização por indisponibilidades (chamada de Parcela Variável, no jargão do setor) ser extremamente elevada, tanto para aquelas programadas, como, sobretudo, para as não programadas. Assim, as inovações que impliquem no aumento da disponibilidade dos equipamentos tendem se tornar interessantes para o empreendedor, na medida em que podem aumentar a sua receita efetiva, mesmo sem alterara Receita Anual Permitida.

Destaca-se que não são observados incentivos ao desenvolvimento de atividades inovativas com características disruptivas de longo prazo, tanto nas concessões antigas, quanto nas concessões leiloadas a partir de 1999. O cenário é, portanto, análogo ao observado no segmento de distribuição, indicando a necessidade de mudanças a nível regulatório e de articulação com as demais políticas explícitas de apoio à inovação no setor.

7.2.2.4 - Aspectos regulatórios para inovação no segmento de geração

No segmento de geração, são aplicados, assim como na transmissão, mais de um regime regulatório. Há, de um lado, as concessões de geração, que possuem um regime regulatório similar ao segmento de distribuição, com tarifa regulada, revisão tarifária e reconhecimento dos investimentos prudentes realizados. Os demais empreendimentos de geração, em princípio, não fazem jus a qualquer remuneração adicional caso o empreendedor decida realizar novos investimentos ou introduzir inovações.

Contudo, podem ser realizados investimentos adicionais pelos geradores que impliquem no aumento da capacidade instalada ou no aumento do nível de disponibilidade dos equipamentos. Estes investimentos podem se mostrar vantajosos, pois, em ambos os casos, o empreendedor poderá ter mais energia para vender. Ademais, como ocorre na transmissão, em algumas situações, o ONS pode solicitar a instalação de novos equipamentos, os quais serão remunerados via encargos.

Vale destacar que a contratação das fontes de geração ocorre através de leilões organizados pelo MME, os quais possuem regras pré-definidas, explicitadas em edital, com relação às tecnologias que deverão ser utilizadas. Assim, reforça-se a ideia de que os editais dos leilões são instrumentos de política energética e que impactam as inovações tecnológicas do setor.

7.3. CONCLUSÃO

Este capítulo teve por objetivo analisar instituições, políticas e programas que sustentam a promoção da inovação no Setor Elétrico Brasileiro, a partir de uma abordagem sistêmica sobre inovação, com uma avaliação das políticas explícitas e implícitas de inovação. Ademais, destaca-se que a inovação não depende apenas dos esforços isolados de empresas e organizações científicas, mas sobretudo da forma como esses agentes interagem entre si e com outros atores e de como as dinâmicas inovativas são influenciadas por instituições e políticas públicas.

No tocante às políticas explícitas de inovação no setor elétrico, o capítulo analisou algumas institucionalidades que asseguram o financiamento a políticas de CT&I, quais sejam, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022, o Plano de Ação em CT&I na área de energia, o Plano Inova Energia, o CT-Energ, a EMBRAPPII, o Fundo Tecnológico do BNDES e outras instituições, como o CNPq e a CAPES e seus respectivos programas.

Ademais, notou-se a necessidade do desenvolvimento de políticas que incluam e, principalmente, transcendam as políticas apoiadas pelo enfoque linear de inovação, isto é, políticas sistêmicas de inovação. Observou-se, por exemplo, que importantes políticas, como de compras públicas e de regulação, não estão no radar de políticas explícitas de inovação para o setor elétrico. Constatou-se, igualmente, a necessidade de se explorar a capacidade do Estado de atuar como um *matchmaker*, ou seja, de renovar ou criar novas relações no sistema de inovação do setor.

Destaca-se, ainda, que há espaço para uma maior interação entre o Programa de P&D da ANEEL e as instituições, aqui, abordadas, assim como para a articulação do Programa com outros programas de fomento à CT&I, também analisados neste trabalho. Entende-se que a cooperação entre instituições dotadas de competências distintas e a articulação de programas oferecedores de diferentes vantagens possuem o potencial para reduzir a lacuna entre pesquisa e inovação.

É válido ressaltar que a efetiva difusão de tecnologias decorrentes do novo paradigma do setor elétrico acentua a necessidade de que o marco institucional e o arcabouço regulatório do setor contemplem medidas de incentivo ao desenvolvimento de atividades inovativas de longo prazo. Estas medidas devem estar inseridas no bojo de políticas explícitas e implícitas de inovação, atuando de forma articulada como vetores para favorecer a difusão de novas tecnologias e sua efetiva implementação no mercado, com a sua consequente percepção pelos consumidores finais de energia elétrica.

A articulação entre políticas explícitas e implícitas de apoio à inovação leva à necessidade de mudanças nos mais diversos níveis do sistema de inovação do setor elétrico. O levantamento destas propostas foi realizado junto a especialistas do setor e reflete justamente esta necessidade de articulação de políticas e de mudanças a nível sistêmico, isto é, alterações nas leis, na regulação e, até mesmo, no Manual do P&D da ANEEL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. **Discussing innovation and development: converging points between the Latin American school and the innovation systems perspective**. Globelics Working Papers Series, Working Paper 08-02, 2008.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro**. Programa de P&D regulado pela ANEEL. Brasília, DF, 2015.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Diretrizes estratégicas para o Fundo Setorial de Energia**. Brasília, 2014.

COUTINHO, L. **Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: Uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI**. In Lastres, H. M. M.; Cassiolato, J.; Arroio, A. (Ed.). Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ e Contraponto, 2005.

HERRERA, A. **Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita**. Revista Redes, v. 2, n. 5, pp. 117-131, 1995.

PEREIRA, E. P.; PEREIRA, S. G. C.; DE LEMOS CAPANEMA, L. X. **Avaliação do BNDES Funtec: Uma análise sistêmica de efetividade**. Revista do BNDES, 65, 2016.

SANTOS, J. S.; FUCK, M. P. **Trajetórias da inovação no Brasil: O papel da EMBRAPA II**. Revista Espacios, v. 37, n. 36, p. 5, 2016.

SZAPIRO, M.; VARGAS, M. A.; CASSIOLATO, J. E. **Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: Uma análise exploratória**. Revista Espacios, v. 37, n. 5, pp. 1-15, 2016.

CAPÍTULO 8

A INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO EM PAÍSES SELECIONADOS

Renata Lèbre La Rovere
Antonio Pedro Lima
Diogo Salles

INTRODUÇÃO¹

O objetivo deste capítulo é apresentar as políticas de inovação de um grupo selecionado de países desenvolvidos e em desenvolvimento, buscando identificar as políticas de inovação gerais (explícitas e implícitas) e as políticas de inovação explícitas destinadas ao setor elétrico.

Os relatórios sobre experiências internacionais elaborados para a pesquisa intitulada “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008-2015: Formulação de Propostas de Aprimoramento” indicaram que, na maior parte dos países analisados, o setor elétrico apresenta indicadores de inovação que não condizem com os desafios impostos pelas atuais necessidades de descarbonização, digitalização e descentralização. Mesmo em países com altas taxas de inovação no setor elétrico, como a Alemanha, a forte proporção de aquisição de conhecimento externo e de inovações que representam apenas melhoria dos processos existentes por parte das empresas mostra a necessidade de políticas de apoio que possam dinamizar a atividade inovativa no setor (GESEL, 2019a, 2019b).

Após a apresentação das políticas dos países, serão discutidas as lições podem ser extraídas para a análise do caso brasileiro, a partir das seguintes categorias: (i) políticas de inovação dirigidas às empresas do setor elétrico e (ii) principais atores do sistema de inovação dos países selecionados que atuam na implementação destas políticas. Em alguns casos, como nos Estados Unidos, o sistema de inovação conta com instituições específicas para a sua promoção no setor elétrico. Na maior parte dos países, contudo, as políticas de inovação do setor elétrico são implementadas pelos mesmos atores que desenvolvem políticas de inovação dirigidas a outros setores.

A escolha dos países seguiu dois critérios. Em primeiro lugar, buscou-se relatar a experiência dos países com maior tradição em políticas de inovação. Em segundo lugar, buscou-se analisar países que apostaram na promoção da inovação como forma de alavancar o seu desenvolvimento. Assim, o grupo de países selecionados foi, no que se refere aos países desenvolvidos, Reino Unido, Estados Unidos, Alemanha, Israel e a Coreia do Sul. No que se refere aos países emergentes, foram selecionados China e Índia.

¹ Este capítulo é uma versão condensada e aprofundada dos Relatórios 6.1 e 6.2 da pesquisa intitulada “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008–2015: Formulação de Propostas de Aprimoramento”, conduzida pelo GESEL com financiamento do Programa de P&D da ANEEL. Participaram da elaboração deste relatório os pesquisadores André Cortes Alves, Antônio Pedro da Costa e Silva Lima, Maria Martha Brito, Maurício Moszkowicz, Nivalde José de Castro, Renata Lebre La Rovere, Rubens Rosental e Selenia Herrera.

A sequência da apresentação dos países no capítulo seguirá o seu ranqueamento no *Global Innovation Index* 2018, elaborado pelo *Institut Européen d'Administration des Affaires* da França (INSEAD) em parceria com a *World Intellectual Property Organization* e a *Universidade de Cornell* (EUA). As seções obedecerão às categorias de análise definidas acima.

8.1. REINO UNIDO

8.1.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DO REINO UNIDO

O Reino Unido é considerado uma potência científica e tecnológica, estando em quarto lugar entre 126 países no ranking do *Global Innovation Index* (2018) e tendo recebido 98 prêmios Nobel. No entanto, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), representando 1,7% do PIB, são inferiores aos 2,8% dos EUA e aos 2,9% da Alemanha. Além disso, há muita interdependência entre o Reino Unido e outros países no desenvolvimento de pesquisa (LABRUNIE, 2018).

Segundo um estudo da ABDI (2010), como forma de estimular a inovação no Reino Unido, o governo acreditava que a utilização do poder de compra do Estado poderia desempenhar um papel central na criação de uma maior demanda por inovação e, subsequentemente, elevar a sua intensidade nas empresas. As aquisições do governo poderiam orientar o esforço de inovação, ajudando a criar mercados direcionados para produtos e serviços inovadores.

Desta forma, o papel do governo seria o de atuar como usuário-líder da inovação, exibindo as novas tecnologias e buscando soluções inovadoras para os serviços públicos e os novos desafios da sociedade. Dito de outra forma, dado que o governo é o maior consumidor individual na economia britânica, as decisões sobre o uso do substancial poder de compra do Estado deveriam ser assumidas como uma atividade “inteligente”, tanto para dar estímulo à inovação, quanto para valorizar os recursos públicos no longo prazo.

Para tornar o Reino Unido a economia mais inovadora do mundo, a Estratégia Industrial, anunciada em 2013 pelo governo, contribuiu para preparar as empresas industriais britânicas para enfrentar o aumento na competição e aproveitar as oportunidades dos mercados globais associadas à incorporação de novas tecnolo-

gias, embora não tivesse como alvo exclusivo o setor da indústria de transformação. Assim, a Estratégia Industrial propôs enfrentar, entre outros, o desafio de elevar o gasto bruto doméstico com P&D de 1,6% para 2,4% do PIB, até 2027. Para alcançar esta meta, seria necessário aumentar o investimento público e privado em P&D em até £ 80 bilhões por ano, durante os dez anos cobertos pela estratégia (IEDI, 2018).

Na política britânica, há menção a diversos programas e iniciativas já encamiñhadas ou planejadas pelo governo do país. Com relação a P&D, os principais programas de financiamento são:

- i. *Higher Education Innovation Fund (HEIF)*: fundo de financiamento que permite às universidades captar recursos de fontes externas e oferecer serviços a empresas e outros parceiros.
- ii. *Business Angels e Venture Capital Funds*: fundos que auxiliam investidores-anjo e empresas a buscarem seus investimentos, considerando área de atuação, desenvolvimento e localização.
- iii. *Private Equity e Venture Capital*: O *British Private Equity & Venture Capital Association (BVCA)*: fundo que inclui mais de 500 empresas associadas e sua atuação ocorre pelo auxílio ao financiamento e à realização de pesquisas e pelo auxílio a necessidades técnicas e legais.
- iv. *UK Innovation Investment Fund (UKIIF)*: fundo governamental que trabalha com a *Venture Capital*, apoiando negócios inovadores com altas taxas de crescimento, por meio da gestão de fundos de investimento privados especializados no setor tecnológico, e financiando empreendimentos estratégicos e de crescimento acelerado, *startups* e *spin-outs*.
- v. *Global Entrepreneur Programme (GEP)*: serviço personalizado que fornece redes de confiança e experiência de empresários de sucesso internacional às empresas iniciantes em mercados globais.
- vi. *Science and Innovation Audits (SIA)*: metodologia que ajuda organizações locais a mapear suas potencialidades em pesquisa e inovação e a identificar áreas de possíveis vantagens comparativas globais.

Com relação aos setores da economia, uma iniciativa que chama a atenção são

os *Sector Deals*, que serão firmados entre o governo e setores específicos, com a intenção de estimular ganhos de produtividade e inovação.

Outra medida de fomento à inovação foi a criação, em 2018, do *UK Research and Innovation* (UKRI), cujo principal programa é o *Industrial Strategy Challenge Fund*, que direciona recursos para diversas áreas, como construção, energia, alimentos, serviços, medicina de precisão e tecnologias quânticas aplicadas à saúde.

Há, ainda, diversas medidas direcionadas à qualificação de recursos humanos, como os programas de treinamento de mão de obra em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, a valorização do ensino técnico, a atração de mão de obra qualificado do exterior, entre outras.

Também existem muitos programas voltados à infraestrutura, com ênfase na infraestrutura digital. Para pequenas e médias empresas (PMEs), há, além dos programas tradicionais de concessão de financiamento e assistência técnica e comercial, um programa particular que possui instrumentos financeiros, não financeiros e de compras públicas para estas empresas (SBRI).

Como em outros países, promover inovação também é entendido como uma forma de promover o desenvolvimento regional, portanto existem alguns programas voltados para regiões menos desenvolvidas, como as *Local Industrial Strategies* e o *Strength in Places Fund*.

Por fim, há programas direcionados à promoção da internacionalização de empresas e à cooperação internacional em pesquisa, além de algumas medidas relacionadas à defesa da concorrência e à criação de novas regulações e normas, como a criação do *Centre for Data Ethics and Innovation* (LABRUNIE, 2018).

O financiamento em P&D recentemente teve um impulso com a revisão, pelo governo, do tratamento fiscal do investimento nesta área, melhorando o atual regime de deduções fiscais. Este impulso ocorreu pelo investimento de £ 400 milhões do banco público *British Business Bank*, que será adicionado ao investimento privado (presumivelmente através de capital de risco) para financiar *startups* inovadoras, e pela reforma do programa *Business Investment Relief* (BIR), implementado a partir de abril de 2017, para facilitar a entrada, no país, de fundos de investimento (ESPANHA, 2017).

Especificamente no setor elétrico, o Reino Unido introduziu uma importante mudança regulatória em 2010, com o objetivo de promover a inovação. Durante mais de 20 anos, o *Office of Gas and Electricity Markets* (Ofgem), órgão regulador do Reino Unido para os mercados de eletricidade e gás natural, aplicou ao setor de distribuição e transmissão de energia elétrica o modelo regulatório de Preço-Teto.

Esta regulação é um mecanismo com dois componentes principais. Primeiro, uma regra de reajuste dos preços determinados em contrato, através de um indexador baseado em algum índice geral de preços, frequentemente um índice de preços ao consumidor, descontado um fator de produtividade (fator X), que corresponderia ao estímulo para a redução dos custos operacionais da firma regulada. Segundo, em períodos pré-fixados, uma revisão tarifária, cuja intenção consiste em determinar e rever o custo de capital das indústrias de serviços públicos, bem como os custos operacionais, readequando o nível das tarifas a mudanças mais estruturais que não foram corrigidas pela regra de reajuste.

As principais motivações do regime de Preço-Teto consistem nos seguintes aspectos: (i) como a redução de custos é apropriada pelas empresas reguladas, até o próximo período de revisão tarifária, há incentivos para a diminuição dos custos de produção e para aumento da inovação tecnológica destas companhias, ou seja, há um estímulo à eficiência produtiva; e (ii) o custo regulatório seria reduzido nos períodos entre as revisões tarifárias, visto que caberia ao regulador aplicar a fórmula de Preço-Teto, cuja principal dificuldade seria definir o fator X.

Em 2010, o Ofgem definiu um marco específico para promover investimentos eficientes, incentivando as empresas inovadoras que gerenciam as redes. Para este modelo de remuneração, conhecido como RIIO², a receita das empresas não viria apenas de seus resultados, mas também de incentivos e inovação. Assim, o modelo introduz um novo componente de remuneração ligado à inovação (UNAI e ELOY, 2013; CPFL, 2015).

As principais motivações para a mudança do modelo regulatório estão associadas às demandas por melhorias ambientais, sobretudo relacionadas à redução da emissão de gases de efeito estufa, que afetam diretamente a geração de energia elétrica do país, cuja matriz elétrica é essencialmente térmica. Ademais, a crescente introdução de fontes renováveis na matriz, de geração distribuída e de infraestrutura para mobilidade elétrica na rede são objetivos da política energética britânica que decorrem dos compromissos com metas de redução da emissão de gases de efeito estufa, assumidas no âmbito da União Europeia (Pacote 20/20/20) (CPFL, 2015).

Para alcançar tais objetivos, foram necessários investimentos da ordem de £ 32 bilhões, em 2015, somente nos segmentos de transmissão e distribuição de energia elétrica. Na época, este valor equivalia a 75% do valor dos ativos do setor e representava o dobro do valor investido em transmissão e distribuição nos 20 anos anteriores (CPFL, 2015).

Em 1990, a rede elétrica britânica estatal foi privatizada e, atualmente, as redes

2. *Revenue = Incentives + Innovation + Outputs.*

de transmissão e de distribuição são de propriedade de empresas separadas, que detêm o monopólio de cada segmento nas regiões do país. Neste contexto, o Ofgem atua para proteger os consumidores e garantir uma produção sustentável, a partir do controle de preços por meio do modelo RIIO, baseado no desempenho.

O RIIO-1 se baseia na definição de um conjunto de objetivos ou produtos sob os quais as empresas planejam, investem e são compensadas (ou penalizadas), em função do cumprimento destas metas impostas³ (CPFL, 2015). Este modelo, por um lado, limita o valor cobrado pelas empresas de transmissão e distribuição de gás e eletricidade e define metas de confiabilidade, atendimento ao cliente e desempenho ambiental. Por outro lado, o modelo incentiva as companhias a inovar, com a finalidade de reduzir custos para os consumidores e ajudar a rede a atender às futuras necessidades de energia da Grã-Bretanha, sempre considerando a margem necessária para cobrir custos e obter rendimentos.

Como parte dos RIIO-T1 e RIIO-GD1⁴, o governo britânico introduziu o *Network Innovation Stimulus*, que inclui dois *Network Innovation Competitions* (NICs) anuais para as empresas de transmissão de eletricidade e um para as empresas de rede de gás. Por meio dos NICs, estas empresas são responsáveis pelo financiamento de pesquisa, desenvolvimento e demonstração de novas tecnologias e arranjos operacionais e comerciais. O financiamento é concedido aos projetos de inovação que atendam aos critérios de avaliação do Ofgem, que conta, para a revisão e avaliação dos projetos, com três painéis de especialistas independentes. Assim, o financiamento é fornecido aos melhores projetos de inovação, que ajudam todas as operadoras de rede a entender o que precisam fazer para obter benefícios ambientais, reduzir custos e manter a segurança na transição da Grã-Bretanha a uma economia de baixo carbono⁵.

Outra modalidade de incentivo à inovação promovida pelo governo britânico é a *Network Innovation Allowance* (NIA), que consiste em um auxílio periódico concedido às empresas componentes da rede, com a finalidade de subsidiar pequenos projetos de inovação que tenham potencial de levar benefícios aos clientes.

3 Os objetivos ou produtos definidos estão associados aos seguintes itens: nível de confiabilidade, segurança e qualidade do serviço, nível de satisfação dos consumidores, impacto ambiental e conexão da geração distribuída.

4 Existem três tipos de controle de preços no atual RIIO (RIIO-1), cobrindo quatro setores: o RIIO-T1 controla os preços de transmissão de gás e de eletricidade; o RIIO-GD1 controla os preços de distribuição de gás; e o RIIO-ED1 controla os preços de distribuição de eletricidade. Cada um deles foi projetado para ser executado por um período de oito anos, sendo o RIIO-T1 e o RIIO-GD1 de 2013 a 2021 e o RIIO-ED1 de 2015 a 2023. Já está prevista uma nova versão deste modelo, o RIIO-2, que incentive as empresas de transmissão e distribuição a colocar as partes interessadas no centro de seu processo de tomada de decisões e a investir para garantir serviços contínuos, seguros e confiáveis.

5 Para mais detalhes, conferir <https://www.ofgem.gov.uk/network-regulation-riio-model>.

De modo geral, em um contexto de gastos públicos continuamente pressionados, em que os conselhos de pesquisa estão sob as mesmas pressões de outros órgãos públicos, o apoio oferecido por meio de NIA e NIC é extremamente valioso para ajudar a assegurar que o trabalho acadêmico seja industrialmente relevante e tenha impacto, bem como para fornecer financiamento para a contratação de pesquisadores.

Outro exemplo de políticas públicas destinadas a fomentar a inovação no setor elétrico britânico é a *Low Carbon Energy for Development Network* (LCEDN), que está proporcionando um programa de atividades de capacitação e parceria para apoiar o desenvolvimento e a iniciativa de pesquisa sobre a transformação do acesso à energia do *Department for International Development* (DfID) (BAGLEY *et al.*, 2018).

8.1.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO NO REINO UNIDO

O órgão máximo da articulação de pesquisa e desenvolvimento no Reino Unido é o *Department for Business, Energy and Industrial Strategy*⁶. O ministério é responsável por desenvolver e implementar uma estratégia industrial integral, para garantir que o Reino Unido disponha de fontes de energia confiáveis, acessíveis e limpas, a partir do fortalecimento da liderança britânica em ciência, pesquisa e inovação e da luta contra as alterações climáticas (ESPANHA, 2017). O Estado conta ainda com o *Minister of State for Universities, Science, Research and Innovation*⁷, cujas competências são reformar o ensino superior e universitário, exportar bens culturais, promover uma estratégia industrial para apoiar o desenvolvimento agrícola, além de ser responsável pela ciência, espaço, inovação e propriedade intelectual (ESPANHA, 2017).

Outro agente do governo do Reino Unido é a agência nacional de inovação *Technology Strategy Board* (TSB)⁸, também conhecida pelo nome fantasia *Innovate UK*. A agência trabalha com o governo, empresas e comunidade científica para remover barreiras à inovação e investir no desenvolvimento de novos produtos e serviços intensivos em tecnologia. Seu principal instrumento de fomento são os subsídios não reembolsáveis (*non-repayable grants*)⁹ (SQUEFF, 2017). A *Innovate UK* trabalha em parceria com a *Knowledge Transfer Network* (KTN), estrutura nacional voltada à

6 Ministério de Empresas, Energia e Estratégia Industrial.

7 Secretário de Estado de Universidades, Ciência, Pesquisa e Inovação.

8 Conselho de Estratégia da Tecnologia.

9 No entanto, o *Spending Review* de 2015 anunciou que parte dos recursos concedidos a empresas (27,5%) será reembolsável pelas empresas até o ano fiscal 2019-2020.

promover interações em determinada área tecnológica ou de negócios, reunindo empresas, universidades, pesquisa, financiamento e organizações tecnológicas para estimular a inovação. Ainda no âmbito da organização pública, há os *Research Councils* (RCUK), órgãos responsáveis por financiar pesquisa, apoiar pesquisadores por meio de treinamentos e fornecer acesso a instalações de pesquisa.

Fora da alçada governamental, encontra-se a *UK Research and Innovation* (UKRI), que trabalha em parceria com universidades, organizações de pesquisa, empresas, instituições de caridade e o próprio governo, com a finalidade de criar o melhor ambiente possível para o florescimento de pesquisa e inovação. Dentro da UKRI, encontra-se o *Research England*, organização que tem como função o financiamento a instituições de ensino superior com base no seu desempenho passado, em um processo de alocação de recursos que considera a qualidade da pesquisa das instituições e de seus departamentos e o volume e os custos diferenciados da pesquisa em cada área do conhecimento (SQUEFF, 2017). As principais universidades possuem escritórios para transferência de tecnologia, responsáveis por ajudar os pesquisadores a registrarem a propriedade intelectual, além de servir de canal de comercialização do conhecimento produzido. Estes escritórios são chamados *Technology Transfer Offices* (TTO).

A inovação do Reino Unido conta, também, com centros de tecnologia e inovação em diversas áreas, que fornecem suporte à comercialização dos resultados da pesquisa britânica, aproximando as universidades com a indústria (*Catapult Centres*), 70 parques tecnológicos, que oferecem às empresas a oportunidade de transformarem pesquisa em produto (*Science Parks*), e incubadoras de empresas (*Business Incubators*). Há, ainda, a *National Endowment for Science, Technology and The Arts* (NESTA), uma fundação independente que financia visitas de estrangeiros ao Reino Unido, programas para acelerar negócios no país e atividades de *mentoring*.

O governo britânico desempenha um papel de vital importância no estímulo à inovação e no funcionamento de um conjunto complexo de articulações entre instituições e agentes sociais, tanto do setor privado, como no setor público. Além de suas responsabilidades na definição, na implementação e no financiamento de políticas e programas de incentivo à inovação, o governo é responsável pela coordenação geral de todo o sistema. O objetivo maior é fazer do Reino Unido um líder global em inovação, de maneira que a sua economia seja um ímã que atraia negócios de todas as partes do mundo. Neste sentido, o governo ajuda as empresas a aplicarem tecnologia de uma forma rápida, efetiva e sustentável (ABDI, 2010).

A UKRI, em funcionamento desde 1º de abril de 2018 e mencionada anteriormente, opera em todo o Reino Unido, com um orçamento conjunto de mais de £ 6

bilhões. O órgão reúne sete conselhos de pesquisa¹⁰, a agência de inovação *Innovate UK* e uma nova organização, a *Research England* (UKRI, 2018). O objetivo principal da UKRI é investir e facilitar atividades de pesquisa e inovação e, através da *Research England*, apoiar diretamente os provedores de ensino superior na Inglaterra para realizar pesquisas e atividades de troca de conhecimento (UKRI, 2018).

O comitê executivo da UKRI, formado por membros dos sete conselhos de pesquisa, da *Innovate UK* e da *Research England*, terá a responsabilidade de dar a direção estratégica, tomar decisões transversais e assessorar o secretário do *Department for Business, Energy and Industrial Strategy*¹¹ (BEIS), que também supervisiona as atividades científicas e tecnológicas do país e possui a responsabilidade de designar os membros do conselho. As nomeações são sujeitas ao Parlamento e, idealmente, devem considerar o equilíbrio entre experiência acadêmica e empresarial (SQUEFF, 2017).

A UKRI é, assim, uma “super” agência de pesquisa e inovação, apoiando 61.000 pesquisadores, 7.600 empresas e 154 universidades. Acredita-se que a agência, que representará toda a comunidade de pesquisa do país, será capaz de fortalecer o Reino Unido na ciência mundial. Este aspecto é considerado importante especialmente pelo fato de que, no contexto do Brexit, paira no ar a dúvida sobre a possibilidade de que o país deixe de ter acesso aos fundos da estratégia Horizonte 2020, da União Europeia (UE). Esta possibilidade é sobretudo preocupante para a área de ciência e tecnologia (C&T), quando se considera que o Reino Unido é, de longe, o país mais beneficiado com os recursos para pesquisa da UE. Entre 2007 e 2016, por exemplo, mais de 20% dos projetos de pesquisa financiados pelo *European Research Council* (ERC) eram do Reino Unido (SQUEFF, 2017).

Na nova Estratégia Industrial, as parcerias setoriais, agora denominadas de Acordos Setoriais, desempenham um papel relevante na identificação de temas considerados prioritários pelas empresas para a transformação dos seus setores e que exigem ação governamental. Alguns Acordos Setoriais já foram assinados, como ciências da vida, construção, inteligência artificial e setor automotivo, e outros estão em análise, incluindo a proposta do setor de tecnologias de digitalização industrial (IEDI, 2018).

10 Os sete Research Councils são: o Arts and Humanities Research Council (AHRC); o Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC); o Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC); o Economic and Social Research Council (ESRC); o Medical Research Council (MRC); o Natural Environment Research Council (NERC); e o Science and Technology Facilities Council (STFC).

11 Ministério de Empresas, Energia e Estratégia Industrial.

8.2. ESTADOS UNIDOS

8.2.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DOS ESTADOS UNIDOS

A partir da Segunda Guerra Mundial, o suporte do governo estadunidense à estrutura científica e tecnológica do país foi responsável por consolidar a parte central do sistema de inovação dos Estados Unidos (MOWERY e ROSENBERG, 1993; MAZZUCATO, 2011).

No início do século XXI, relatórios do Conselho de Competitividade¹² e de uma comissão constituída, a pedido do Congresso, por acadêmicos, empresários e representantes do governo alertavam para a queda de competitividade dos Estados Unidos e a consequente necessidade de promover a inovação no país. A resposta veio na administração Bush, com o lançamento de uma Política Nacional de Inovação, em 2004, baseada em três pilares: fontes de energia limpa, cuidados com a saúde e banda larga.

Em 2007, o governo lançou a Iniciativa de Competitividade das Américas, prevendo um aumento nos orçamentos da *National Science Foundation*, do departamento de ciências do Ministério da Energia e do *National Institute of Standards and Technology* (NIST), além de expandir investimentos em capacitação de mão de obra e ensino superior. A administração Obama, em 2009, lançou uma estratégia de inovação, prevendo investimentos em infraestrutura de pesquisa, pesquisa básica, educação em todos os níveis, treinamento e capacitação empreendedora. As áreas consideradas estratégicas foram energias limpas, veículos elétricos e saúde (MARZANO, 2011).

Enquanto em muitos países as políticas de apoio à ciência e tecnologia estão centralizadas em determinados ministérios ou departamentos, nos Estados Unidos, este suporte é oferecido por meio de um processo decisório descentralizado e baseado na cooperação com empresas. O estabelecimento de metas nacionais para a área de C&T é realizado pelo *Office of Science and Technology Policy* (OSTP), com aportes do *President's Council of Advisors on Science and Technology* (PCAST) e do *National Science and Technology Council* (NSTC).

12. O Conselho de Competitividade (CoC, na sigla em inglês) é uma organização não-partidária que reúne CEOs de grandes empresas, presidentes de universidades e líderes de organizações trabalhistas nos EUA. Este grupo tem como objetivo o aumento da competitividade das indústrias do país em face à concorrência internacional.

O PCAST é um conselho formado por indivíduos de organizações não-governamentais indicados pela Presidência, oriundos do setor industrial e de instituições de pesquisa. Por sua vez, o NSTC, além de dar voz a representantes de departamentos e agências federais, é responsável principalmente por coordenar projetos entre estas organizações e assegurar que os mesmos sejam consistentes com as metas nacionais da área de C&T.

Uma vez cientes da agenda nacional de C&T, departamentos e agências federais, com a orientação do *Office of Management and Budget* (OMB), preparam os orçamentos de seus projetos de inovação, os quais dependem de aprovação do Congresso (NEAL *et al*, 2008). Assim, mesmo que um projeto seja elaborado com base em metas nacionais, sua execução depende de como o Congresso determina as prioridades do país em relação às políticas de inovação, diante de uma disponibilidade limitada de fundos. As políticas de promoção da inovação no setor elétrico estão condicionadas, assim, à articulação entre os principais atores envolvidos na atividade inovadora setorial.

A definição da agenda nacional de C&T é, portanto, realizada pelo OSTP, com a ajuda de conselhos, e, ao fim, a seleção dos projetos de inovação a serem financiados é realizada pelos comitês de apropriação do Congresso.¹³ Vale notar, entretanto, que há programas de inovação de caráter mais horizontal, cujo financiamento não depende diretamente da aprovação do Congresso, como os programas do governo para pequenos empreendimentos, *Small Business Innovation Research* (SBIR) e *Small Business Technology Transfer* (STTR), e para a cooperação indústria-universidade (IUCRC).

O SBIR fornece recursos para pequenas empresas, visando principalmente o desenvolvimento das capacitações para que elas consigam atender à agenda federal de P&D. Já o STTR¹⁴ apoia colaborações entre pequenas empresas e pesquisadores de universidades e laboratórios de pesquisa sem fins lucrativos, promovendo transferências tecnológicas entre as companhias e as instituições de pesquisa, de modo a eliminar as lacunas entre ciência básica e a comercialização das inovações resultantes.

Estes programas são financiados por agências públicas que realizam P&D em montante significativo, as quais são obrigadas por lei a reservar determinada por-

13 Assim, apesar da articulação em nível federal, a ação política na área de C&T nos Estados Unidos é marcada pela descentralização das tomadas de decisões, o que torna o estudo dos sentidos das políticas de inovação nos Estados Unidos uma tarefa particularmente complexa.

14 Este programa envolve os Ministérios da Defesa, da Energia, da Saúde e de Serviços Humanos, a NASA e a *National Science Foundation*.

centagem de seus orçamentos para financiar iniciativas de pequenas empresas. Cada agência é responsável por administrar seus programas de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Congresso e a *Small Business Administration* (SBA) coordena tanto o SBIR, como o STTR. Ainda dentro do âmbito dos programas, a SBA determina as áreas temáticas de P&D em suas chamadas, recebe propostas de pequenas empresas e, após sua avaliação, concede apoio financeiro para as melhores proposições. Destaca-se que ambos os programas visam estimular o engajamento de pequenas empresas em atividades de P&D que possuem potencial para comercialização.

As grandes empresas são apoiadas pelo programa *Industry-University Cooperative Research Centers* (IUCRC), o qual utiliza recursos financeiros da agência pública *National Science Foundation* (NSF) para estimular a formação de centros que promovem pesquisas “pré-competitivas”¹⁵, que envolvam parcerias entre a indústria, a academia e o governo. O programa, além de apoiar pesquisas e o desenvolvimento da infraestrutura necessária para conduzi-las, busca desenvolver capacitações integradas na área de engenharia e ciência e visa manter competitiva a estrutura de pesquisa do país, por meio do estabelecimento de parcerias com líderes acadêmicos e industriais em todo o mundo.

A NSF apoia o IUCRC com uma pequena contribuição financeira em termos relativos, uma vez que seu objetivo é alavancar o progresso dos fundos dos centros de pesquisa, através do aporte financeiro de outras organizações parceiras. Dentre as fontes de financiamento, a mais importante, historicamente, é o investimento de empresas parceiras dos centros de pesquisa. Com relação ao processo de escolha de propostas, a NSF foca em projetos que visam a formação de centros cuja área de pesquisa tem relação com as prioridades de C&T do país.

Nota-se que a parceria de centros de pesquisa com múltiplas universidades é preferida à parceria com apenas uma universidade, visto que a primeira opção contribui para promover pesquisas e aumentar a interação entre os participantes dos centros. Para as propostas selecionadas, a NSF fornece até 15 anos de financiamento, em três fases.

Empresas, grandes e pequenas, podem ainda se beneficiar do *Technology Innovation Program* (TIP), gerenciado pelo NIST. O TIP incentiva *joint-ventures* entre universidades, centros de pesquisa e laboratórios. Destaca-se que é necessário que, pelo menos, um dos parceiros da *joint-venture* tenha fins lucrativos e o seu objetivo principal é desenvolver projetos em áreas consideradas críticas para os Estados Unidos, em particular aqueles de alto risco e elevado potencial de retorno (MARZANO, 2011).

15 Pesquisas que são realizadas em estágios iniciais do desenvolvimento de um produto comercial, quando empresas tendem a colaborar em vez de competir.

Além destes programas, há iniciativas do governo federal, em parceria com governos estaduais e com universidades, de fomento a incubadoras de empresas, *clusters* e parques tecnológicos. O fomento destas iniciativas envolve não apenas recursos públicos, como também privados, mediante o financiamento de capital de risco a empresas nascentes.

8.2.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS PARA O SETOR ELÉTRICO

Como dito anteriormente, em muitos países, as políticas de apoio à ciência e tecnologia estão centralizadas em ministérios ou departamentos. Já nos Estados Unidos, este suporte é dado por meio de um processo decisório descentralizado, o que propicia o surgimento de atores relevantes específicos para o setor elétrico, os quais serão listados, a seguir.

Electric Power Research Institute

O *Electric Power Research Institute* (EPRI) foi criado na década de 1970 e é uma organização sem fins lucrativos que tem como objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de atividades inovativas relacionadas à energia elétrica nos Estados Unidos. Sua criação remete ao *blackout* atravessado pelo país em 1965, que despertou o interesse das autoridades políticas à segurança do suprimento de energia elétrica e ao planejamento do setor.

Dada esta preocupação por parte da classe política dos Estados Unidos e da falta de investimentos em programas de P&D no setor elétrico do país, diversos segmentos se organizaram através de um *pool* de recursos, o que deu origem a um dos primeiros programas de P&D no mundo. Em 1973, o EPRI foi formalmente criado, de modo a estabelecer um programa de pesquisa em prol do setor elétrico norte-americano e da sociedade como um todo.

A inovação disruptiva faz parte da cultura do EPRI, o qual possui uma vasta carteira e centenas de projetos. As empresas que participam do instituto contribuem para um fundo de desenvolvimento de tecnologia e costumam demandar soluções para problemas próprios de curto prazo. A esfera administrativa, tanto em nível federal, quanto estadual, também contribui para este fundo em áreas específicas, como, por exemplo, as áreas de tecnologias limpas e fontes renováveis de energia. Adicionalmente, o EPRI também obtém financiamento a partir de fundos de compras governamentais.

Após quase meio século de sua criação, o instituto é considerado uma referência na criação de tecnologias e na solução de desafios do ponto de vista científico e tecnológico. A pesquisa realizada no âmbito do EPRI abrange aspectos dos mais diversos segmentos do setor elétrico, tais como geração, transmissão e distribuição de energia, questões comerciais e de mercado e, ainda, questões relacionadas ao meio ambiente¹⁶.

O instituto é financiado por meio de recursos de seus membros, isto é, empresas investidoras ou empresas do próprio setor elétrico. A colaboração de cada um dos membros ocorre através do financiamento de projetos ou programas específicos, que visam estimular atividades inovativas no setor. Estes membros participam de todo o processo decisório do EPRI, identificando rotas tecnológicas e programas de pesquisa.

Para definir suas metas de longo prazo, o EPRI costuma reservar uma parte do fundo de desenvolvimento de tecnologia para estudos estratégicos e elabora, anualmente, o *Electricity Technology Roadmap*, um estudo que aponta as tendências futuras e auxilia o seu conselho na definição de missões e estratégias. Ao identificar um tema relevante, o instituto reúne grupos de empresas que irão contribuir para o desenvolvimento da tecnologia vislumbrada. Ademais, a instituição promove uma reunião anual para entregar resultados de projetos e outros eventos para conscientizar as empresas a respeito das tendências tecnológicas de longo prazo¹⁷.

A instituição possui uma preocupação constante em colocar produtos de qualidade no mercado. Por exemplo, na área de software, o EPRI faz testes de qualidade do software desenvolvido e, uma vez que a empresa supera o teste realizado, o instituto auxilia a licenciar o software e no pagamento de *royalties* para pesquisas futuras. O estímulo a *spin-offs* e *startups* também faz parte das atividades do EPRI, que busca promover que as empresas levem o produto final desenvolvido até a fase de comercialização e assistência à sua utilização, evitando, assim, o vale da morte tecnológico.

Como projetos de tecnologia às vezes geram produtos que não podem ser aproveitados em decorrência de a empresa que os contratou não saber como utilizá-los, o EPRI acompanha sistematicamente a implantação das tecnologias e levanta reclamações. Assim, o *feedback* dos usuários é utilizado para dar continuidade aos projetos.

16 O EPRI atende a mais de 1.000 organizações da área de energia em todo o mundo e possui mais de 900 patentes registradas, além de contar com recursos humanos altamente especializados.

17 O EPRI privilegia a contratação de universidades e empresas de consultoria, só construindo laboratórios próprios quando a contratação não é possível. Os contratos e parcerias com universidades e empresas de consultoria são mais a convite do que editais, caso os fundos utilizados sejam privados, provenientes das empresas que participam do EPRI.

Por ter uma estrutura enxuta, com trabalhos por projeto e contratos de trabalho anuais (que correspondem à duração dos projetos), o instituto consegue se adaptar rapidamente às flutuações econômicas, apresentando uma postura pragmática. Deste modo, em tempos de crise, o EPRO reduz o orçamento de projetos e remaneja fundos entre áreas, caso necessário. Em tempos de bonança, porém, o EPRI expande as contratações de projetos. Destaca-se que as patentes dos projetos desenvolvidos são do EPRI, que posteriormente as licencia ou comercializa.

Department of Energy e Laboratórios Nacionais

O *Department of Energy* (DOE) desempenha um importante papel no âmbito da inovação no país. Este órgão possui como principal objetivo as pesquisas básica e aplicada no setor de energia norte-americano. Por meio de iniciativas como o *Loan Programs Office* (LPO) e o *Advanced Research Projects Agency-Energy* (ARPA-E), o DOE financia atividades de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias no setor energético. O Departamento promove, ainda, a interação entre diversos agentes, tais como a indústria, a academia e o governo, fortalecendo a rede de inovações do setor de energia do país e criando um ecossistema propício para o desenvolvimento de atividades inovativas¹⁸.

Em termos de infraestrutura, o DOE conta com 17 laboratórios nacionais, os quais estudam diversos temas relacionados à energia e se caracterizam como motores para o crescimento econômico de diversas cidades e comunidades ao longo do país. Os laboratórios do DOE foram criados no âmbito da Segunda Guerra Mundial, frente às necessidades do país de investimento em pesquisa científica. Embora estejam associados ao DOE, estes laboratórios são marcados pela multidisciplinaridade e são focados na transformação da pesquisa básica em inovação.

De acordo com Townsend e Smith (2016), os laboratórios nacionais possuem quatro grandes áreas de pesquisa: segurança nuclear, ciência, energia e meio-ambiente¹⁹. Ainda de acordo com os autores, o foco da pesquisa nestas áreas é garantir a segurança energética e a liderança dos EUA em termos de desenvolvimento tecnológico relacionado a energias limpas. A pesquisa realizada ocorre por meio de parcerias entre os diversos agentes dos setores público e privado, ocorrendo pro-

¹⁸ <https://www.energy.gov/science-innovation>.

¹⁹ Dado o contexto atual de preservação do meio ambiente e prevenção às mudanças climáticas, hoje os laboratórios do DOE possuem inúmeros projetos relacionados à integração de fontes renováveis de energia e ainda à tecnologia de armazenamento de energia. Estes dois fatores são frequentemente apontados como os principais drivers da inovação no setor elétrico ao longo dos próximos anos.

cessos de transferência de tecnológicas e compartilhamento de informações, de modo a contribuir com a comercialização dos produtos desenvolvidos.

Com relação às redes de interação constituídas no âmbito da atuação dos laboratórios do DOE, merece destaque a inclusão de universidades e centros de pesquisa públicos e privados de reconhecido prestígio internacional. De acordo com Townsend e Smith (2016), isto se configura como um importante diferencial dos EUA para a inovação na área de energia, na medida em que atrai pesquisadores altamente capacitados, além de permitir o acesso a ferramentas e estruturas de alto nível.

Advanced Research Projects Agency-Energy

A ARPA-E é uma agência pertencente ao DOE, que possui como objetivo financiar projetos de pesquisa relacionados à energia caracterizados pelos altos riscos envolvidos, caracterizados por afastar o interesse de agentes do setor privado. Utilizando os termos empregados por Jenkins e Mansur (2011), a agência se foca em projetos de médio e longo prazo que tenham alto potencial para inovação no setor energético, mas que se encontram no chamado vale da morte tecnológico. Os projetos financiados pela agência envolvem laboratórios do governo, o setor privado e, ainda, universidades e centros de pesquisa, se configurando como um elemento de coesão no âmbito da rede de inovações no setor elétrico norte-americano.

A ARPA-E geralmente financia projetos de pesquisa por um a três anos e o valor financiado varia de acordo com cada projeto. Nota-se que os projetos são avaliados de acordo com o seu potencial de inovação, etapa em que podem ser descartados e substituídos ou podem seguir adiante na cadeia de inovação. A questão da possibilidade de comercialização do projeto também é uma das preocupações da agência. Por isso, os entraves e obstáculos associados a esta etapa são mapeados desde a entrada do projeto no programa, de maneira a viabilizar a sua colocação no mercado.

Os projetos selecionados para financiamento pela ARPA-E podem ser consequência da identificação de *gaps* tecnológicos específicos ou decorrentes da verificação de um alto potencial inovativo para o setor energético. De acordo com Townsend e Smith (2016), o financiamento concedido pela ARPA-E pode ser considerado bem sucedido em termos de promover a inovação no setor energético norte-americano.

Loan Programs Office

O LPO foi criado pelo Congresso norte-americano em 2005, com o objetivo de promover a comercialização de atividades inovativas em energia e na indústria automobilística do país, facilitando a obtenção de recursos para viabilizar que as novas tecnologias alcancem a etapa de comercialização. Uma vez que a tecnologia atinge a escala necessária do ponto de vista comercial, o financiamento via LPO cessa e este papel é, então, assumido por agentes do setor privado.

Após o fechamento de um acordo de empréstimo ou de garantia de empréstimo, os projetos passam a ser monitorados e avaliados ao longo de todo o seu processo de desenvolvimento, construção e operação, até que o valor gasto seja reembolsado. Assim, a responsabilidade passa da divisão de origem na LPO para a divisão de gerenciamento de portfólio. Esta última se encarrega de monitorar os projetos, de modo a garantir que o seu desenvolvimento ocorra de acordo com os termos e prazos estabelecidos previamente no contrato de financiamento. É realizado, ainda, um acompanhamento após a sua finalização, com o objetivo de assegurar que o projeto terá desempenho capaz de gerar receita suficiente para garantir o reembolso do valor financiado (DOE, 2018). Vale destacar que esta iniciativa é voltada para estágios iniciais da comercialização das inovações e não para a etapa de pesquisa básica e desenvolvimento.

Energy Frontier Research Centers

Os *Energy Frontier Research Centers* (EFRCs) foram estabelecidos em 2009 pelo Departamento de Energia como forma de acelerar as transformações tecnológicas no setor energético dos Estados Unidos. Estes centros estão associados ao *Office of Basic Energy Sciences* (BES) e buscam subsidiar a pesquisa básica e aplicada relacionada à área de energia, seguindo a mesma lógica de preencher o *gap* existente entre a pesquisa básica e a comercialização de um novo produto.

A atuação do BES é marcada pela forte interação entre centros de pesquisa multidisciplinares e outros agentes, tais como universidades, laboratórios nacionais, entidades sem fins lucrativos e empresas, de modo a estimular a pesquisa na área. Destaca-se que 46 centros de pesquisa foram selecionados e receberam financiamentos na ordem de US\$ 2 a 5 milhões. Ao longo dos primeiros cinco anos, o Departamento de Energia investiu cerca de US\$ 777 milhões nos EFRCs. Em 2014, 32 centros foram financiados, dos quais dez eram novos e outros 22 já eram contemplados. Atualmente, existem 36 EFRCs, localizados em 35 estados diferentes, além

do distrito de Columbia. De acordo com Townsend e Smith (2016), em 2016 e 2017, os EFRCs receberam investimentos na ordem US\$ 55,8 milhões.

O trabalho de pesquisa realizado no âmbito dos 46 EFRCs selecionados tem como foco as necessidades identificadas como estratégicas pela comunidade científica e estão relacionadas à pesquisa básica. Nota-se, portanto, que os EFRCs englobam a expertise de diversas classes de cientistas, no sentido de promover o desenvolvimento científico do setor energético norte-americano, tendo como principais objetivos a segurança energética e a proteção ao meio-ambiente. No horizonte de pesquisa dos EFRCs destacam-se temas como: armazenamento de energia, energia solar, captura e armazenamento de carbono, energia nuclear, entre outros (TOWNSEND e SMITH, 2016).

Hubs de inovação em energia

Os *hubs* de inovação em energia, também associados ao Departamento de Energia norte-americano, focam em questões específicas e que não foram solucionadas pela via convencional de investimentos através de recursos de P&D. Os *hubs* combinam a pesquisa básica com questões de engenharia, buscando acelerar o desenvolvimento científico no setor de energia. Uma das diferenças dos *hubs* de inovação em energia com relação aos EFRCs é o fato de que cada *hub* possui um tema de pesquisa bem especificado.

Os *hubs* de inovação são compostos por equipes multidisciplinares em diversos ramos, tais como ciências múltiplas e áreas de engenharia e de tecnologia. Os *hubs* reúnem recursos humanos de universidades, do setor industrial privado, dos laboratórios nacionais e, ainda, de entidades sem fins lucrativos. Esta ligação com o setor industrial e a participação de equipes multidisciplinares são fatores que os diferenciam dos outros programas de estímulo à inovação presentes no Departamento de Energia norte-americano. Há, atualmente, quatro hubs de inovação no país com focos específicos, os quais receberam, em 2017, um valor total superior a US\$ 83 bilhões.

8.3. ALEMANHA

8.3.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DA ALEMANHA

Atualmente, a Alemanha é um dos países mais inovadores da Europa. Segundo dados da União Europeia, o país, em 2017, estava situada no ranking de inovação apenas um pouco atrás do Reino Unido (EUROPEAN COMMISSION, 2020). Em 2006, o governo alemão implementou uma estratégia nacional (*Hightech-Strategie*) para promover o avanço de novas tecnologias e desenvolver uma política de inovação consistente em todo o país. Esta estratégia, que é revista periodicamente, pode ser sintetizada em cinco eixos, apresentados abaixo (BMBF, 2014).

- i. Pesquisa e inovação em áreas com inovação altamente dinâmica: economia digital e sociedade, economia sustentável e sua energia, local de trabalho inovador, vida saudável, mobilidade inteligente e segurança civil.
- ii. Melhor transferência de conhecimento: novos instrumentos para melhorar a rede regional, nacional e internacional entre ciência e indústria. São considerados os pontos fortes existentes, promovendo sua expansão e criando oportunidades para novas formas de cooperação e novas interfaces para o trabalho em rede.
- iii. Maior dinamismo na inovação: fortalecimento do ritmo da inovação na indústria alemã e do apoio a pequenas e médias empresas e *startups* de tecnologia, com o objetivo de permitir que estas companhias se tornem líderes tecnológicos capazes de moldar mercados futuros.
- iv. Otimização das principais condições da estrutura do sistema de inovação, garantindo pessoal qualificado, disponibilidade de financiamento à inovação e fornecimento de outras bases sociais, técnicas e jurídicas.
- v. Aumento da participação ativa da sociedade, como ator central, e fortalecimento de importantes fatores, como a abertura à tecnologia, a participação pública e a inovação social.

A versão mais recente da *Hightech-Strategie* é focada na pesquisa e na inovação para beneficiar pessoas e possui o objetivo de elevar o total de despesas em P&D para atingir o montante de 3,5% do PIB alemão, em 2025 (BMBF, 2018). As despesas públicas em P&D representam cerca de um terço das despesas totais de P&D na Alemanha, realizadas principalmente pelo *Bundesministerium für Bildung und Forschung*²⁰ (BMBF) e pelo Ministério Federal para Assuntos Econômicos e Energia, para promover e financiar as atividades de pesquisa e inovação. O setor privado responde por dois terços dos gastos, com cerca de 32.000 empresas envolvidas em vários tipos de atividades de P&D (BMBF, 2015).

Além da *Hightech-Strategie*, que dita as diretrizes para a evolução do Sistema Nacional de Inovação alemão, foram lançados programas transversais que transcendem o estímulo a uma tecnologia específica e visam estimular características gerais na economia do país. Neste sentido, foi lançado, em 2008, o *Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand* (ZIM), um programa de inovação para pequenas e médias empresas, caracterizado como o maior programa federal para financiamento de P&D. Este programa busca estabelecer parcerias e alianças estratégicas entre empresas e outros atores do Sistema Nacional de Inovação.

No âmbito do ZIM, as pequenas e médias empresas identificadas pelas autoridades como dinâmicas, segundo critérios estabelecidos internamente, recebem financiamento voltado a desenvolvimentos tecnológicos que incluam parcerias de pesquisa. A flexibilização da administração das empresas é estimulada, visando menor rigidez, maior facilidade de cooperação e incentivos ao bom desempenho individual.

Nota-se que o ZIM resulta da avaliação do BMBF a respeito da importância das pequenas e médias empresas para produção, processamento e serviços, que aumentou consideravelmente na Alemanha nos últimos 20 anos. As pequenas e médias empresas passaram a ter um papel fundamental no sistema inovativo e, frequentemente, ocupam nichos específicos na cadeia de agregação de valor, entre pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento de produto e aplicação. Destaca-se que capacidades específicas são desenvolvidas e comercializadas. O constante acesso ao *know-how* é importante para o sucesso das pequenas e médias empresas, além da proximidade com a grande indústria, fornecedores de componentes, etc. Um fluxo ativo e intensivo de transferência de tecnologias é criado, garantido pela integração de centros e empresas em redes e pela participação em projetos colaborativos.

20 Ministério Federal de Educação e Pesquisa.

O governo alemão também possui, desde 2005, um fundo para *startup* de alta tecnologia, o *High-Tech Gründerfonds*, o qual apoia novas empresas com esta característica por meio de investimentos e empréstimos de capital.

Outro programa transversal implementado foi o *Leading-Edge Cluster Competition*, ou *Top Cluster Programme*, que se destina a apoiar fortes polos locais para que se tornem *players* no cenário internacional. Entre os exemplos bem-sucedidos está o *Solarvalley Mitteldeutschland*, que é um dos centros de pesquisa e desenvolvimento fotovoltaicos mais importantes da Europa. Este *cluster* possui como carro-chefe a produção de energia fotovoltaica de baixíssimo custo, no mínimo equivalente a outras matrizes energéticas²¹.

O conceito de *Energiewende* –(transição energética) fundamenta programas de transição para novas fontes de energia mais limpas na Alemanha, cujos objetivos estão listados abaixo.

- i. Até 2050, 80% da matriz elétrica ser composta por energias renováveis;
- ii. A diminuição de 50% do consumo primário de energia até 2050, em relação ao consumo de 2008; e
- iii. A redução das emissões de gases de efeito estufa de 80% a 95%, em relação aos níveis de 1990, conforme as metas assinadas pela União Europeia.

Assim, até 2050, pelo menos 60% da energia consumida deverá ser produzida a partir de fontes renováveis. Para atender a estes objetivos, o governo determinou como diretriz, entre outras, o fortalecimento das empresas alemãs através da inovação no setor energético (ARRANZ, 2016).

Devido à liberalização do mercado europeu de eletricidade no início da década de 1990, os atores do setor elétrico viram-se confrontados com uma nova estrutura, muito além das regulamentações específicas em nível nacional. Assim, as empresas alemãs de energia elétrica usaram a liberalização dos mercados de eletricidade do país e da Europa para realizarem reorientações estratégicas e reestruturações internas. Destaca-se que parte destas novas orientações é uma mudança de estratégia em relação às energias renováveis. Neste sentido, após um longo período de resistência, todas as principais empresas de energia estão participando da expansão da geração de energia renovável (MAUTZ, 2010).

21 Até 2011, já haviam sido realizadas três rodadas da seleção que definem quais serão os *clusters* apoiados e 15 foram selecionados, recebendo, ao todo, £ 600 milhões de financiamento público, a serem aplicados em um prazo máximo de cinco anos.

Com a Lei de Energias Renováveis (EEG), a partir da qual o governo alemão promove a expansão das energias renováveis e espera, ao mesmo tempo, reduzir os custos e aumentar a participação no mercado total de energia, a inovação representa um impulso para o sucesso do mercado. Consequentemente, os programas de P&D são vitais para muitas empresas envolvidas no setor de tecnologia verde. De todas as iniciativas de financiamento de P&D, os programas com foco tecnológico desempenham o papel mais importante. Além disso, a *Hightech-Strategie 2020* oferece generosos subsídios para projetos de P&D em diferentes setores. Entre os cinco principais mercados, os de clima e energia ocupam uma posição de destaque (GRIGOLEIT e LENKEIT, 2012).

Nota-se que os principais objetivos da política energética da Alemanha são a segurança do abastecimento, a eficiência econômica e o meio ambiente e clima (GRIGOLEIT e LENKEIT, 2012). Em 2014, as pesquisas no âmbito da *Energiewende* abordavam os assuntos destacados abaixo (BMBF, 2014).

- i. Sistemas mais eficientes de armazenamento de energia, incluindo baterias, hidrogênio eólico e armazenamento térmico;
- ii. Sistemas de simulação, modelagem, projeto e monitoramento de redes elétricas;
- iii. Fomento à *energia solar* e às *smart cities*;
- iv. Pesquisas nas áreas de eficiência energética na indústria e no setor de construção;
- v. Aplicações em energia eólica, fotovoltaica e biomassa e em sistemas solares térmicos;
- vi. Edifícios e cidades energeticamente otimizados;
- vii. Integração de energias renováveis no sistema energético futuro no país; e
- viii. Transformação do sistema energético de forma compatível com a sociedade.

Na Alemanha, a regulamentação pública sempre desempenhou um papel cru-

cial no desenvolvimento do setor elétrico. No caso das energias renováveis, no entanto, o Estado não estimulou a produção e a distribuição, mas a promoção da tecnologia, a proteção climática e as mudanças estruturais da economia regional, especialmente desde o início da Lei de Energias Renováveis, em 2000. Destaca-se que um mercado liberalizado de eletricidade, por si só, não oferece condições favoráveis para o desenvolvimento de nichos tecnológicos. Neste sentido, mesmo sob os efeitos da liberalização, as tecnologias alternativas podem se afirmar com mais força se houver um enquadramento regulatório adequado para aumentar o seu potencial de mercado, como, por exemplo, através de regulamentos de acesso justo para centrais elétricas descentralizadas, de incentivos para os operadores de rede promoverem a eletricidade descentralizada, de compensações de longo prazo garantidas para as energias renováveis, etc. (MAUTZ, 2010).

8.3.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO NA ALEMANHA

As políticas de ciência, tecnologia e inovação são articuladas principalmente pelo BMBF e pelo *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie*²² (BMW). O BMBF concentra-se principalmente na configuração de programas de pesquisa e na promoção de colaborações entre empresas, universidades e outras instituições de pesquisa. Por sua vez, o BMWi concentra-se na configuração de políticas voltadas para pequenas e médias empresas e na inserção comercial de inovações. Cabe ressaltar que, apesar do nome do BMWi se referir a assuntos econômicos e energia, este Ministério define as políticas de inovação para todos os setores. Embora possuam papel relativamente menor, outros ministérios também têm competências específicas e relevantes no domínio de políticas de inovação, como o *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit*²³ (BMU). No que diz respeito aos órgãos consultivos, figuram no país o Conselho Alemão de Ciências e Humanidades, conhecido como *Wissenschaftsrat* (ALLEN, 2009), e a Comissão de Especialistas para Pesquisa e Inovação – *Expertenkommission Forschung und Innovation* (EFI). O *Wissenschaftsrat* fornece conselhos ao governo federal alemão e aos governos estaduais sobre a estrutura e o desenvolvimento do ensino superior e de pesquisa. Por sua vez, o EFI presta assessoria científica ao governo federal alemão e, periodicamente, fornece rela-

22 Ministério Federal da Economia e Energia.

23 Ministério Federal de Meio-Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear.

tórios sobre pesquisa, inovação e produtividade tecnológica no país.

A integração das instituições do governo federal com as instituições dos governos estaduais e com as indústrias forma o tripé preponderante que determina o sucesso dos empreendimentos realizados no país (MOREIRA, 2015). Nota-se que a estrutura institucional alemã sinaliza que estímulos à inovação recebem alta prioridade no país (HOMMES *et al*, 2011). Dentre as organizações públicas que realizam pesquisas na Alemanha, destacam-se as universidades e um número relativamente grande de instituições públicas de pesquisa em comparação a outros países (HOMMES *et al*, 2011).

O aprimoramento e a criação de novas instituições, no final do século XIX e no início do século XX, permitiram à Alemanha deter um sólido centro de pesquisas acadêmicas, tecnológicas e científicas, que se expandia rapidamente e já era considerado um dos melhores do mundo. Essas pesquisas favoreciam, principalmente, o crescimento industrial, sendo que, em grande parte, eram realizadas em conjunto com as indústrias.

Os principais atores do Sistema Nacional de Inovação na Alemanha, além dos ministérios e conselhos citados acima, são as universidades e instituições federais e estaduais de pesquisa, a Sociedade Fraunhofer, a Associação Helmholtz, a Associação Leibniz, o Instituto Max Planck, a Fundação Alemã de Pesquisa e a Federação Alemã de Associações para Pesquisa Industrial (ALLEN, 2009). Estas instituições interagem entre si e com outras instituições, tanto em nível nacional, como internacional. Entre elas, as quatro maiores instituições são o Instituto Max Planck, com foco em pesquisa básica, a Sociedade Fraunhofer, que realiza pesquisa aplicada e desenvolvimento, a Associação de Helmholtz, que se concentra em “*big science*”, como a pesquisa nuclear, e a Associação Leibniz, que serve a múltiplos propósitos. Além disso, as instituições federais de pesquisa setorial (*Ressortforschungseinrichtungen*) e as instituições estaduais de pesquisa atraem uma parte substancial do financiamento público e recebem aportes financeiros adicionais de projetos privados.

A Alemanha possui cerca de 400 instituições de ensino superior e 200 institutos de pesquisa em nível federal e estadual. O sistema educacional caracteriza-se pelo tripé formado por ensino, aprendizagem e pesquisa, uma ligação estreita que fortalece todo o sistema e amplia as possibilidades para a inovação tecnológica, acadêmica e científica. As universidades alemãs são instituições nas quais o ensino e as pesquisas estão estreitamente conectados. Este sólido tripé tem uma longa tradição nos estados alemães e criou a modalidade conhecida como iniciativa de excelência, que fornece apoio relevante e adicional para atividades de pesquisa em várias disciplinas em universidades alemãs. O montante de € 4,6 bilhões foi investido, entre 2006 e 2017, para promover pesquisa de nível superior e aperfeiçoar a competitividade internacio-

nal do ensino superior e da pesquisa no país (MOREIRA, 2015).

Destaca-se que as três principais fontes que aportam recursos para a pesquisa e inovação na Alemanha são: o governo federal, o governo estadual e a indústria. A indústria desempenha um papel preponderante na pesquisa alemã, contribuindo com mais de dois terços do financiamento anual destinado à pesquisa. Esses recursos são dispendidos em pesquisas das próprias empresas e em projetos conjuntos com parceiros de outras instituições (MOREIRA, 2015). Com base na estratégia de alta tecnologia, o governo alemão implementou várias iniciativas de apoio para promover a inovação de negócios, o investimento em *startups* e a colaboração público-privada.

Além das instituições de ensino superior e pesquisa nos diversos níveis, as sociedades e associações de pesquisa também desempenham um papel relevante no sistema de inovação alemão. A Sociedade Fraunhofer é uma organização, com mais de 80 centros de pesquisa no mundo, incluindo 66 Institutos Fraunhofer na Alemanha. Suas pesquisas aplicadas são de utilidade direta para empresas públicas e privadas e possui amplo benefício para a sociedade. A Sociedade Fraunhofer também conduz pesquisas por meio de contratos com a indústria, com o setor de serviços e com a administração pública, bem como oferece informações e serviços (MOREIRA, 2015).

A Associação Helmholtz representa a união de 18 centros de pesquisas técnico-científicas, médicas e biológicas. Os cientistas desta associação concentram suas pesquisas em sistemas complexos que afetam a vida humana e o meio ambiente, considerando que a Associação realiza pesquisas para solucionar problemas da ciência, da sociedade e da indústria (MOREIRA, 2015).

Já a Associação Leibniz dispõe de 89 institutos que se dedicam a promover a ciência e a pesquisa para atender a diferentes demandas. A Associação possui acordos de cooperação com a indústria, com a administração pública e com as universidades. Os institutos da Associação cooperam intensamente entre si e com institutos de outras associações de pesquisa, universidades, empresas privadas, instituições do Estado e organizações sociais, a nível nacional e internacional (MOREIRA, 2015).

Por sua vez, o Instituto Max Planck é uma organização não governamental, sem fins lucrativos e formalmente independente de outros institutos alemães de pesquisas, sendo financiado pelo governo federal e pelos governos dos 16 estados da Alemanha. Atualmente, suas 82 unidades realizam pesquisa básica a serviço do público e se concentram em campos da pesquisa inovadores e exigentes em termos de necessidades de financiamento ou de tempo (MOREIRA, 2015).

Enquanto as organizações listadas acima se ocupam de pesquisas técnico-cien-

tíficas, a *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen*²⁴ (AiF), instituída em 1954, tem a função de promover P&D em todos os setores industriais, representando ativamente os interesses das pequenas e médias empresas. A AiF também está engajada no incremento concorrencial das pequenas e médias empresas por meio da aplicação eficiente de P&D e possui uma rede composta por cerca de 100 associações de pesquisa industrial de todos os setores (indústria e serviços), com 50 mil empresas afiliadas, sobretudo pequenas e médias.

Destaca-se que os investimentos da indústria respondem por quase dois terços do financiamento para P&D no país e há uma estreita colaboração com a Sociedade Fraunhofer, com o Instituto Max Planck, com a Associação Helmholtz, com a AiF, dentre outros²⁵ (MOREIRA, 2015).

O governo federal também está engajado em projetos voltados à criação de redes e *clusters*, visando promover novas tecnologias e envolver instituições acadêmicas e industriais nas atividades de P&D. Nota-se que o BMBF e o BMWi apoiam essas associações com diferentes programas e modalidades²⁶ (MOREIRA, 2015). O estabelecimento de parcerias do governo federal com os demais atores do Sistema Nacional de Inovação, a fim de estabelecer a *High-Tech Strategie*, é visto como um instrumento sustentável e contínuo.

Uma parcela substancial do financiamento público à pesquisa é canalizada por instituições intermediárias de financiamento, como a *Deutsche Forschungsgemeinschaft*²⁷ (DFG) e a AiF. A DFG apoia pesquisas relacionadas à ciência, engenharia e humanidades, por meio de diversos programas de bolsas e de financiamento à infraestrutura. Por sua vez, a AiF é a principal organização que promove P&D em pequenas e médias empresas na Alemanha, reunindo em uma rede cerca de 100 organizações de pesquisa industrial. A Associação financia e apoia pesquisas coletivas para o benefício de setores inteiros, um mecanismo que permite às empresas resolverem problemas compartilhados por meio de projetos comuns²⁸. No que diz respeito à sua atuação, a AiF promove projetos de cooperação entre empresas, instituições de pesquisa e o governo, fomenta pesquisas através de processos de *open*

24 Federação Alemã de Associações para Pesquisa Industrial.

25 Quanto à distribuição do orçamento para a pesquisa industrial interna, 11,0% são dedicados a pequenas empresas (até 249 trabalhadores), 5,2% a médias empresas (250 a 449 trabalhadores) e 83,8% a grandes empresas (mais de 500 trabalhadores).

26 Ainda em 2012, o BMWi iniciou o programa *go-cluster* e, atualmente, existem 94 polos de inovação no país.

27 Fundação Alemã de Pesquisa.

28 Este tipo de pesquisa pré-competitiva, segundo a AiF, contribui para fechar as lacunas entre pesquisa básica e aplicação industrial.

innovation, contribui para o *networking* dentro e entre setores industriais e coordena redes de cooperação internacional para pequenas e médias empresas.

Outras instituições que oferecem apoio financeiro à pesquisa na Alemanha incluem a *Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft*²⁹, a Fundação Volkswagen, a Fundação Thyssen, a Fundação Robert Bosch e a *Stiftung Industrieforschung*³⁰.

Além de cofinanciamento de serviços inovadores para *clusters*, gerando impulsos para o desenvolvimento de novas ideias, as políticas industriais apresentam, anualmente, uma lista de indústrias de futuro. Esta lista foi desenvolvida pensando no que se tinha de vantagem e o que seria importante, além de sugerir a formação ou consolidação de *clusters* industriais nestas áreas. Nota-se que o critério de escolha de *clusters* procura expandir o conhecimento protegido e o recurso se distribui de forma equilibrada, sendo 50% público e 50% privado (MAMEDE *et al*, 2016).

Os estados da Alemanha também operam como financiadores de pesquisas e inovações, atuando com vários institutos que apoiam as atividades de pesquisa do Estado. Atualmente, há 160 institutos estaduais, que abrangem uma extensa gama de áreas de pesquisa³¹. No que se refere ao setor elétrico, há diversos projetos financiados pelo BMBF, BMWi e BMU, pautados pelo conceito de transição energética associada a melhorias no meio-ambiente e à maior segurança energética.

8.4. ISRAEL

8.4.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DE ISRAEL

A educação universitária de qualidade de Israel e o estabelecimento de uma população altamente motivada e educada são, em grande parte, responsáveis por dar início ao *boom* de alta tecnologia do país e pelo seu rápido desenvolvimento econômico. Devido à sua forte infraestrutura educacional somada a um sistema de incubação de qualidade para gerar novas ideias de ponta e para criar bens e serviços

29 Associação de Financiadores para a Ciência Alemã.

30 Fundação de Pesquisa Industrial.

31 Pode-se citar, como um exemplo destes institutos, o Centro de Energia Solar e Pesquisa de Hidrogênio (ZSW). Em 1988, o estado de *Baden-Württemberg* transformou o ZSW em uma fundação sem fins lucrativos, reunindo universidades, institutos de pesquisa e empresas. O objetivo do ZSW é a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias geradoras de energia elétrica sustentável (MOREIRA, 2015).

de valor, se observa, no país, uma grande concentração de empresas de alta tecnologia, apoiadas por uma forte indústria de capital de risco. O *hub* de alta tecnologia do país, denominado de *Silicon Wadi*, é considerado o segundo em importância, apenas atrás do *Silicon Valley* (CHUA, 2003; DOSI, 2008).

Destaca-se que os investimentos em alta tecnologia continuam sendo uma das maiores fontes de financiamento da indústria de Israel (SZELEKOVZSKY *et al*, 2016). De acordo com um relatório da *Israel Venture Capital* (IVC), as *startups* do país levantaram € 8,24 bilhões, em 2015, o que constitui um aumento de 16% com relação a 2014.

Desde 1996, Israel tem participado dos Programas-Quadro da União Europeia para P&D e a sua participação no atual Programa Horizonte 2020 continua sendo expressiva. Em 2016, o país participou de mais de 370 acordos, envolvendo 441 participantes, os quais receberão € 268,27 milhões.

A inovação é pedra angular da economia e da cultura de Israel. Uma combinação de recursos limitados, desafios e necessidades acabaram criando uma cultura empreendedora, a qual abraça os riscos e as soluções novas. Com isso, o país conseguiu transformar desafios em oportunidades para construir uma economia orientada para inovação (SHAVIV *et al*, 2013). A indústria de alta tecnologia colocou Israel na fronteira de inovação tecnológica no mundo.

Nota-se que a indústria do país fez avanços expressivos nas últimas duas décadas, como resultado de um ecossistema único, construído sobre os frutos de educação tecnológica, de aplicações da indústria de defesa e da ajuda do governo para a criação de capital de risco, que geraram uma infraestrutura sofisticada de capital de risco privado (LUZZATTO GROUP, 2016). Esses fatores se juntaram à imigração de pessoas da *Commonwealth* e da antiga União Soviética nos anos 1990, o que trouxe vários engenheiros ao país, durante um contexto em que a indústria de computadores mudou seu foco de hardware para software, dando às empresas israelenses uma grande vantagem no mercado global de tecnologia.

No período entre 1984 e 2014, Israel redobrou seus esforços em pesquisa científica e em desenvolvimento humano. Ao longo desses 30 anos, houve um aumento de 228% nas despesas nacionais em P&D como percentual do PIB (de 1,3%, em 1984, para 4,2%, em 2014) e um crescimento de 378% no número de universitários. De acordo com o *IMB World Competitiveness Yearbook* (2016), Israel está ranqueada em primeiro lugar, dentre 148 países, em termos de habilidades de inovação, em segundo lugar em matéria de empreendedorismo e em terceiro lugar em inovação global. Ademais, o Índice Global de Dinamismo (GDI) anual, que analisa as 60 maiores economias do mundo, coloca o país em primeiro para habilidades tecnológicas e científicas, com 78,3 pontos (GDI, 2016).

Os pontos fortes de Israel em inovação e em qualidade de capital humana atraíram várias empresas de tecnologia do mundo para se instalarem no país (LUZZATTO GROUP, 2016). Atualmente, mais de 300 empresas internacionais, incluindo Facebook, Microsoft, IBM, Intel, Google, Apple e Motorola, estabeleceram centros de P&D em Israel e realizaram aquisições de várias *startups* israelenses. Essas empresas multinacionais empregam mais de 280 mil trabalhadores, sendo que, aproximadamente, 50 mil trabalham em centros de P&D (LUZZATTO GROUP, 2016).

A indústria de tecnologia tem sido a força motriz por trás do crescimento econômico de Israel. O setor de tecnologia responde pela maior fatia de exportações do país, correspondendo a cerca de 50% do total exportado, além de possuir o maior acesso ao mercado de capitais no mundo (LUZZATTO GROUP, 2016). Há, atualmente, 7.072 empresas de alta tecnologia em Israel, das quais 25% na área de internet, 20% na área de telecomunicações, 19% de TI e softwares organizacionais, 17% na área de ciências, 9% em *Cleantech*³², 2% em semicondutores e 2% em tecnologia de website (LUZZATTO GROUP, 2016).

De acordo com Luzzatto Group (2016), a força do setor de tecnologia de Israel advém de quatro pilares: a indústria de defesa militar, que tem efeitos positivos sobre o setor civil³³; a estreita afinidade entre indústria e academia; a presença de multinacionais; e o efeito cumulativo dos três fatores anteriores.

Na década de 1990, o país já estava estruturando as instituições necessárias para a consolidação do ecossistema de tecnologia e a consolidação da indústria de capital de risco (*venture capital*) facilitou o êxito de iniciativas de inovação (LUZZATTO GROUP, 2016).

No início dos anos 1990, Israel investiu em dois programas que desenvolveram a indústria de tecnologia de ponta: o Programa *Yozma* e o novo modelo de incubadora tecnológica. Nota-se que, naquele período, a economia de Israel era fortemente dependente de fundos e recursos governamentais. O Programa *Yozma* estabeleceu dez fundos de capital de risco dedicados a atrair investimentos estrangeiros e alavancou dinheiro público para atrair o capital privado, transformando o país em um centro global de pesquisa e desenvolvimento³⁴. Segundo a

32 *Cleantech* são empresas voltadas à tecnologia limpa, englobando setores de negócios que incluem energia limpa, além de produtos e serviços ambientais, sustentáveis ou verdes.

33 O fluxo de capital humano, de ideias e de orçamento da indústria militar para diversos setores civis é uma importante característica do ecossistema de inovação de Israel (LUZZATTO GROUP, 2016).

34 Entre 1993 e 1998, o governo se ofereceu a fornecer 40% do capital levantado por investidores privados em fundos combinados, apoiando mais de 40 empresas. Esta soma seria comprada após um período máximo de sete anos, com juros. O valor do fundo aumentou de US\$ 100 milhões para US\$ 250 milhões, de 1993 a 1996.

OCDE (2010), o Programa foi o mais bem-sucedido e original da história relativamente longa de política de inovação de Israel.

Ademais, o novo modelo de incubadora tecnológica passou a aceitar entre 80 e 100 *startups* todo ano, além de prover o financiamento e o apoio para *startups* em estágio nascente. Este modelo foi administrado pelo antigo Escritório do Cientista Chefe, que financiava empreendedores em potencial. Todavia, desde os anos 1990, o setor privado investiu mais de US\$ 2,5 bilhões em graduados de incubadoras (OCDE, 2010)³⁵. Destaca-se que estes dois programas deram origem à indústria israelense de capital de risco, que transformou o país na “Nação de *Startups*” (LUZZATTO GROUP, 2016; SENOR e SINGER, 2009).

Shaviv *et al.* (2013) mostram que, a partir dos desafios estratégicos do país, notadamente a falta de recursos hídricos e a necessidade de autossuficiência, Israel pôde desenvolver inovações em nichos específicos, como a *Cleantech*. O aspecto militar sempre foi importante, devido ao contexto geopolítico em que o país está inserido.

O clima e a geografia de Israel favorecem uma grande penetração de energia de baixo carbono, particularmente a solar. No entanto, a sua rede isolada impede que Israel realize transações e trocas de energia com outros países para otimizar o equilíbrio da geração de energia renovável (SHAVIV *et al.*, 2013). Assim, o desenvolvimento e a implementação de uma rede é uma das questões-chave no atual debate sobre planejamento e segurança energética de Israel³⁶.

De acordo com o Ministério de Energia e de Fontes Hídricas, o setor de energia elétrica em Israel deve passar por uma transformação em termos de geração de energia, tendo em vista que, em 2009, o setor era quase exclusivamente dependente de carvão (65%) e gás natural (33%). A meta da política energética de Israel era reduzir, até 2020, a participação do carvão para 25% e tornar o gás natural a sua fonte primária de energia, correspondendo a 65% da geração. Esta meta é resultado direto da descoberta de reservas de gás natural na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de Israel e, especificamente, nos locais de perfuração *offshore* de Dalit & Tamar. Ademais, as tecnologias de energia renovável, como solar e eólica, atingiram uma participação de 10% do total da geração de energia (SHKEDI, 2015).

O setor elétrico de Israel é praticamente todo controlado pela *Israel Electricity*

35 Este modelo levou à consolidação de 27 incubadoras tecnológicas em operação atualmente, contendo mais de 200 projetos nas áreas de comunicação e eletrônica, softwares, aparelhos médicos, materiais novos e biotecnologia.

36 A rede inteligente permitirá equilibrar a oferta e a demanda de energia no país, além de integrar as fontes renováveis, implementar preços inteligentes em tempo real e converter o consumidor de energia, cada vez mais, em um prossumidor.

Company (IEC), um monopólio vertical que opera em todos os segmentos do setor: geração, transmissão, distribuição, fornecimento e administração do sistema. Embora nos últimos anos tenha havido um processo de abertura do segmento de geração e de fornecimento à concorrência, por meio da concessão de licenças a produtores independentes particulares, a IEC ainda concentra estas atividades.

Com o objetivo de aumentar a concorrência no setor elétrico e promover um aumento da atividade inovadora no setor, o Ministério de Energia assinou o *Document of Principles for Structural Changes in the Electricity Sector and Israel Electric Corporation*, aprovado pelo governo de Israel, em 2018. Trata-se de um plano de ação de oito anos (2018-2026). As ações definidas foram (MEITAR, 2018): reduzir a participação da IEC no segmento de geração, por meio da venda de usinas de geração de 60% para 40%; separar a atividade de gerenciamento do sistema e transferi-la para outra empresa pública; abrir à concorrência o segmento de fornecimento de energia elétrica; melhorar a solidez financeira da IEC e adotar um modelo de eficiência na empresa, principalmente reduzindo o número de funcionários; e reduzir o uso de usinas termoeletricas a carvão por parte da IEC.

O desenvolvimento da indústria de *Smart Energy* de Israel se beneficiou da coordenação de atividades da *Israeli Smart Energy Association* (ISEA), que se consolidou como uma plataforma nacional para acelerar e promover este desenvolvimento. O objetivo da ISEA foi posicionar Israel como um dos principais países em termos de *Smart Energy* e a Associação funciona como uma organização privada, sem fins lucrativos e autofinanciada por seus membros. Esta estrutura proporciona os benefícios de independência e de agilidade, ainda que naturalmente forneça limitações na escala organizacional e de impacto (SHAVIV *et al*, 2013). Ademais, o *Israeli Smart Grid* (ISG) é uma iniciativa apoiada pelo governo para cooperação em P&D, com apoio do Ministério da Indústria, do Comércio e do Trabalho.

8.4.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM ISRAEL

O principal ator do Sistema de Inovação de Israel é a *Israeli Innovation Authority* (IIA), antes conhecido como *Office of the Chief Scientist* (OCS). Os programas de apoio a empresas de alta tecnologia de Israel, administrados pela IIA, incluem ações de criação e suporte a incubadoras tecnológicas, assim como a prestação de assistência financeira a empresas em estágios pré-semente e semente. Exemplos são os Programas *Tnufa*, *Heznek*, *Nofar* e *Magnet* (WONGLIMPIYARAT, 2015). A IIA vem continuando o trabalho do OCS, que criou a base para a indústria de capital de risco ao introduzir o Programa *Yozma*, apresentado acima, que ajuda *startups* e pequenas e médias empresas a superar restrições financeiras.

O governo, por meio da IIA e do Ministério da Economia, possui um papel importante na concessão de subsídios e no financiamento de P&D, em colaboração com universidades e indústrias, e no apoio às empresas do *Silicon Wadi*, um *cluster* de empresas inovadoras como o *Silicon Valley* americano. O governo israelense também desempenha uma função fundamental no fornecimento de capital de risco, o que estimula a atividade inovadora através da promoção de *startups* e do financiamento a empresas de base tecnológica (WONGLIMPIYARAT, 2015).

Devido a esse processo encabeçado pela IIA, o sistema de inovação israelense tem interações efetivas com outros órgãos de governo (WONGLIMPIYARAT, 2015). Já o Ministério da Economia assume o papel estratégico na provisão de recursos financeiros e de desenvolvimento para empreendedores no apoio a atividades de P&D industrial.

De acordo com Wonglimpiyarat (2015), o mercado de ações é outra instituição importante para o Sistema Nacional de Inovação de Israel, pois ajuda a reforçar o desenvolvimento dos *clusters*. Assim, o *Tel-Aviv Stock Exchange* (TASE), regulado pela *Israel Securities Authority*, constitui uma opção para as empresas de alta tecnologia.

A IEC, maior *player* do setor elétrico de Israel, estabeleceu uma unidade denominada KARAT, que fornece uma estrutura de investimento e de serviços de suporte para desenvolver, avançar e comercializar ideias inovadoras, em áreas relacionadas à energia (SHAVIV *et al*, 2013). Esta iniciativa está alinhada às transformações pelas quais o setor elétrico atravessa, tendo como objetivos criar soluções de energia elétrica renovável, reduzir custos de energia e aumentar a eficiência do sistema, visando diminuir a dependência global dos combustíveis a base de carbono.

Por meio da KARAT, faz-se uma seleção de empreendedores e inovadores para submeterem propostas relacionadas à área de energia. As propostas escolhidas recebem apoio financeiro e acesso a um grande grupo de especialistas, a uma rede elétrica, a serviços de desenvolvimento de negócios e a parceiros estratégicos globais. Com essa iniciativa, busca-se a consolidação de um centro de excelência com conhecimento especializado em tecnologias relacionadas à energia.

Em 2011, o Gabinete do Primeiro Ministro israelense lançou a *Alternative Fuels Administration and Fuels Choice Initiative*³⁷, com os objetivos de implementar políticas governamentais e apoiar fontes alternativas de pesquisa e industriais, que podem servir como modelo para outros países, enquanto ajudam a reduzir a de-

37 Site da *Alternative Fuels Administration*.

pendência de Israel em petróleo, principalmente para o setor de transportes³⁸. Em decorrência, nos últimos anos, surgiram várias *startups* israelenses com a finalidade de acelerar o fim da dependência de fontes fósseis e promover um maior uso de fontes renováveis.

Destaca-se que Israel foi, recentemente, ranqueado na primeira colocação para inovação *cleantech* dentre 40 países empreendedores, passando a Finlândia e os EUA.

8.5. COREIA DO SUL

8.5.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DA COREIA DO SUL

Nos últimos anos, foram realizados diversos *roadmaps* e programas de fomento à inovação na Coreia do Sul. Dentre os programas, no nível mais macro, encontra-se a *Vision 2025: Development of Science and Technology*, formulada pela PACST, em 1999.

Esse programa fez algumas sugestões de mudanças na política de inovação do país, como: (i) passagem de um sistema de inovação baseado no governo e orientado ao desenvolvimento, para um sistema baseado na iniciativa privada e orientado à difusão de inovação; (ii) passagem de um sistema fechado de P&D, para um sistema global de rede de P&D; (iii) passagem de uma estratégia de fomento a investimento dominada pela oferta, para uma estratégia de uso eficiente e de distribuição de investimento; (iv) passagem de uma estratégia de desenvolvimento tecnológico de curto prazo, para uma estratégia de longo prazo de criação de mercados; e (v) estabelecimento de um Sistema Nacional de Inovação baseado em ciência e tecnologia.

Com base no Programa *Vision 2025*, a Lei sobre o Marco de Ciência e Tecnologia, de 2001, buscou promover C&T de forma mais sistêmica e sistemática, o que constituiu a elaboração de subsídios para políticas e planos de longo prazo, assim como o estabelecimento da base legal para a coordenação interministerial de políticas de C&T e para os programas de P&D.

No setor de energia, houve um direcionamento para a energia nuclear, em que a Coreia do Sul é um dos cinco maiores produtores do mundo. A partir do estabelecimento do

38 Desde então, o número de grupos de pesquisa de combustíveis alternativos no país cresceu de 40 para, aproximadamente, 220 e o número de empresas nesta área chegou a cerca de 500 no total. Globalmente, a energia renovável é um negócio de US\$ 359 bilhões.

deste marco legal, foram e são elaborados planos de CT&I de cinco anos (OCDE, 2009).

Ademais, há diversos outros programas direcionados a elementos específicos do sistema de inovação, dentre os quais biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias nucleares e espaciais e outros, como o *Basic Research Promotion Plan* (2006-2010). Em 2004, foi lançado o Plano para o Sistema Nacional de Inovação, com o objetivo de avançar para um sistema de inovação criativo. Este direcionamento refletiu a visão do governo de que a economia sul coreana tinha chegado às fronteiras tecnológicas em várias áreas e que o sistema de inovação precisava ser transformado para incorporar aspectos do desenvolvimento inovador e criativo.

No que se refere às políticas de inovação destinadas ao setor de energia, a primeira política de energia renovável foi introduzida na Coreia do Sul em 1980, quando o governo começou a dar incentivos ao setor, através de empréstimos a juros baixos e da isenção de impostos para geradores de energia renovável. O programa de subsídio geral foi estabelecido em 1994 e, de acordo com este ato de promoção, o governo sul coreano subsidiou custos de instalação de empreendimentos de energia renovável.

O programa local de implementação de energia renovável foi iniciado em 1995 e exigiu que os governos locais usassem uma certa quantidade de energia renovável em edifícios públicos e em áreas residenciais remotas. Em 2004, todos os edifícios públicos com mais de 3.000 m² foram obrigados a utilizar energia renovável como parte de seu consumo de energia. Esse ato foi revisado em 2011 e passou a se estender, também, para prédios com mais de 1.000 m² (INNOVATION NORWAY, 2016).

A Coreia do Sul realizou uma série de políticas, programas e planos para aumentar a eficiência energética do país, para tornar o setor elétrico mais sustentável e para gerar inovações no setor. A Portaria de *Rationalized Use of Energy and Enforcement* dita a política de eficiência energética do país. Seus principais artigos tratam da instauração por parte do Ministério de Comércio, Indústria e Energia (MOTIE) de padrões mínimos de eficiência e rotulagem de energia dos mais variados produtos (artigo 17) e das medidas adotadas pelo MOCIE em caso de descumprimento do contrato de normas de eficiência por parte do fabricante, importador ou vendedor (artigo 18).

Em 2001, o governo da Coreia do Sul estabeleceu um conjunto de objetivos de políticas energéticas a serem cumpridas pelos dois escritórios do MOCIE, o *Energy and Resources Policy Office* e o *Electricity Industry Restructuring Office*. Em 2011, foi promulgado o Ato de Redes Inteligentes (*Smart Grid Act*) e, em 2012, foi estabelecido o *Master Plan*, que abriram caminho para o apoio institucional às redes inteligentes.

O *Smart Grid Project* na Coreia do Sul teve início com a Política de *Low Carbon Green Growth*, cuja finalidade consiste em desenvolver um sistema de redes inteligentes

para todo o país. Como um novo motor de crescimento, o projeto está focado não apenas no desenvolvimento técnico, como também na criação de mercado.

O comitê presidencial de *Green Growth* coordena e avalia as políticas de redes inteligentes de vários ministérios. Dentre os ministérios, MOTIE é a maior autoridade correspondendo ao *Smart Grid Project* e supervisiona organizações como o *Korea Smart Grid Institute*, a *Korea Smart Grid Association* e o *Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning*. O governo estabeleceu o *National Smart Grid Road Map* da Coreia do Sul em 2010 e o *Smart Grid Promotion Act* foi instaurado em 2011, para superar os limites do direito convencional e promover atividades de *smart grid*. De acordo com este ato, foi estabelecido um plano de cinco anos, intitulado de *Five Year Master Plan for Smart Grid* (2012-2016), que procurou implementar tecnologias de *smart grid* em cinco grandes áreas: rede inteligente, consumidor inteligente, transporte inteligente, renovável inteligente e serviço inteligente de energia elétrica.

O oitavo *Basic Plan for Long-Term Electricity Supply and Demand* (2017-2031) foi lançado no final de 2017 e reflete os desafios de aumentar a fatia de renováveis e reduzir a energia nuclear e a energia proveniente de carvão, tentando manter as tarifas sob controle neste processo. Nota-se que o Plano busca considerar os compromissos assumidos no Acordo de Clima de Paris e, para isso, até 2030, o MOTIE estima um aumento da capacidade instalada na ordem de 50%³⁹.

Assim, a combinação entre renováveis e gás natural deve chegar a 61% do total da capacidade instalada em 2030, com uma participação de energia renovável de 20% na matriz. O governo desenvolveu um plano ambicioso para chegar a esta meta, incluindo a facilitação de licenças e o aumento do *Renewable Portfolio Standard* (RPS) (CORNOT-GANDOLPHE, 2018). Em 2015, a fatia de renováveis na geração de energia do país foi de 6,6% do total, o que representou um crescimento significativo em dez anos, pois em 2006 esta participação era de 1% (IEA, 2016).

O segundo *National Energy Basic Plan* é o plano mais importante para a área de energia da Coreia do Sul, uma vez que providencia os princípios e as direções dos planos para cada setor e fonte de energia e abarca o período de 2013 a 2035 (MOTIE, 2014). A primeira meta consiste em aumentar a proporção de energia nuclear, em 2035, de 22% a 29%. A segunda meta visa mudar a política de gestão da demanda de energia, reduzindo-a em mais de 15%, até 2035. A terceira consiste na construção de sistemas distribuídos de energia, provendo energia distribuída para mais de 15% dos consumidores, até 2035. Já a quarta meta busca aumentar a segurança energética, por meio do aumento das renováveis. E, por fim, a quinta meta consistia em

39 De 117,0 GW para 173,7 GW, em 2030.

introduzir um sistema de *voucher* em 2015.

Nota-se que foram realizadas uma série de iniciativas e mudanças para alcançar as metas do *National Energy Basic Plan*, com uma mudança de foco do fornecimento de oferta para a gestão da demanda. Dentre as iniciativas que foram tomadas, podem ser citadas: a *Demand Side Management* através de mudanças nos preços de energia; a geração distribuída por *Combined Heat and Power* (CHP), *District Energy* e *New Renewable Energy* (NRE); a redução da emissão de gases de efeito estufa, por meio de *Ultra-Supercritical Technology* (USC) e *Carbon Capture Storage* (CCS); o fortalecimento de *Energy Safety Standard* para plantas nucleares; a segurança energética por *Oversea Energy Development* e NRE; e o *Energy Voucher Program for Energy Poverty*.

Uma série de instrumentos foram criados para implementar o *National Energy Basic Plan*, dentre os quais destaca-se o *Emission Trading Scheme* (ETS), um instrumento estruturado para reduzir a emissão de gases de efeito estufa, até 2035. Para isso, foi desenvolvido um sistema de gerenciamento de metas que cobre 68% do total de emissões do país, implementado em 2012 para estabelecer um limite aos grandes emissores.

A Coreia do Sul integrou a sua política energética no *Energy Master Plan*, que abrangente todos os setores de energia e coordena os planos a eles relacionados, a partir de uma perspectiva macro. Este plano visa fornecer uma visão de médio e de longo prazo da política energética e define metas a serem alcançadas⁴⁰.

O segundo *Energy Master Plan* (MOTIE, 2014) aborda questões relativas a tendências e perspectivas de demanda interna e externa e o fornecimento de energia, medidas para importação, fornecimento e gestão estável de energia, metas de demanda de energia, composição da matriz de energia e melhoria da eficiência no uso de energia, fornecimento e uso de energias renováveis, desenvolvimento e difusão de tecnologias relacionadas à energia, à formação de recursos humanos e à cooperação internacional e desenvolvimento e uso de recursos naturais de energia. Já o terceiro *Energy Master Plan*, além de dar continuidade às medidas anteriores, tem como meta aumentar a proporção de energias renováveis na matriz de 8% para 35%, até 2040 (JI-HYE, 2019).

Destaca-se que o quarto *Basic Plan of Long-Term Electricity Supply and Demand* (KPX, 2018), por sua vez, projeta que a demanda por energia elétrica, após a *Demand Side Management*, deve aumentar a uma taxa média anual de 2,1%, entre 2008 e 2022.

40 O plano foi introduzido pelo artigo 41 da *Basic Law on Low Carbon Green Growth* e pela cláusula 1 do Artigo 10 da Lei de Energia (*Energy Law*). O primeiro plano foi iniciado em 2008 e durou até 2013. Em 2014, entrou em vigor o segundo Master Plan, que expirou no final de 2019 (MOTIE, 2014).

O Ministério da Economia do Conhecimento (MKE) é o principal órgão governamental para a política energética. O Ministério é resultado da fusão de uma série de instituições em 2008, como o Ministério de Comércio, Indústria e Energia, com elementos do Ministério de Informação e Comunicações, do Ministério da Ciência e da Tecnologia e do Ministério de Finanças e Economia. O MKE precisa garantir a segurança energética e a oferta de energia, a partir de quatro pilares: o gerenciamento da oferta nacional de energia, a promoção de projetos de desenvolvimento de energia no exterior, a implementação de uma política de crescimento sustentável e o combate às alterações climáticas.

O governo sul coreano promoveu um programa regional de subsídios para apoiar vários projetos de governos locais. Este programa, com início em 1996, apoiou regimes de energia renovável e de economia de energia até 2005, a partir de quando estas duas áreas foram separadas, por meio do *Act on the Promotion of the Development, Use and Diffusion of New and Renewable Energy*. O subsídio para instalação de sistemas renováveis e novos de energia, como painéis solares ou energia eólica, apoiavam até 50% do investimento.

Outro programa de subsídios do país é o *One Million Green Homes*, que facilita a instalação de componentes de energia renovável em residências e emergiu de um programa anterior, o *100.000 Solar-Roof Program*. De acordo com a regulação de 2011, a oferta de energia para novos edifícios e para edifícios que foram recentemente reconstruídos ou expandidos, que excedam 3.000 m², deve incluir pelo menos 10% de energia renovável. O percentual obrigatório foi aumentado gradualmente de 10%, em 2011, para 20%, em 2020, e, desde 2012, esta obrigação se aplica, também, a edifícios com mais de 1.000 m².

A primeira lei de tarifas *feed-in*⁴¹, com o objetivo de fomentar a energia renovável no país, foi aprovada em 2006 e o governo cobriu a diferença de preço entre o custo da energia renovável e o preço de energia elétrica no mercado. Os contratos de tarifas *feed-in* teriam entre 15 a 20 anos desde a data de início do subsídio e este sistema durou até 2011, quando foi substituído pelo RPS⁴².

Como esforço para avançar na comercialização de tecnologias de redes inteligentes, o governo planeja criar distritos de base (*base districts*) personalizados em torno de cada área metropolitana. Este programa busca resolver os obstáculos que possam surgir para a comercialização das tecnologias, ao fornece-las sob medida

41 Tarifas *feed-in* são pagamentos para usuários de energia elétrica pela energia renovável que eles geram, isto é, constitui uma remuneração pela geração de energia verde.

42 O RPS é uma regulação que requer uma produção cada vez maior de energia oriunda de fontes renováveis de energia, como eólica, solar, biomassa e geotérmica.

para pequenas e médias empresas em todo o país. Além disso, o governo garantirá a gestão inteligente da demanda e, ao mesmo tempo, incentivará e convidará prestadores de serviços de redes inteligentes para o mercado do setor elétrico (CHEONG, 2013).

Para aprimorar a eficiência do consumo de energia elétrica e com o objetivo de reduzir a emissão de CO₂, o governo da Coreia do Sul promoveu a introdução de uma rede inteligente no sistema elétrico, com o apoio de várias empresas privadas, na Ilha Jeju. As principais áreas contempladas pelo projeto foram a infraestrutura da rede inteligente⁴³, o lugar inteligente⁴⁴, o transporte inteligente⁴⁵, a renovável inteligente⁴⁶ e os serviços inteligentes de eletricidade⁴⁷. Este experimento terá como efeitos a consolidação de informações para o consumidor sobre o custo, em tempo real, e o preço em potencial, caso o mercado competitivo funcione⁴⁸ (LEE, 2011).

Com o experimento, o governo pretende descobrir se o mercado competitivo é mais apropriado para o sistema do que o tradicional monopólio regulado. Destaca-se que as principais características do projeto da Ilha Jeju são a colaboração público-privada com investimentos expressivo, um sistema de teste para demonstrar como será a gestão futura da rede e como podem ser apoiadas por plataformas modernas de TI e o apoio das três principais empresas de telecomunicações do país (KT, SKT e LG), que estão testando uma variedade de serviços de *smart grid*. O experimento, ainda em andamento, tem a meta de reduzir as emissões da ilha, até 2030, altas devido à intensa atividade turística (LUFKIN, 2019).

8.5.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO NA COREIA DO SUL

As duas principais instituições que prestam assessoramento ao executivo na implementação de políticas de inovação são o Conselho de Ciência e Tecnologia (NSTC) e o Conselho de Aconselhamento do Presidente para Ciência e Tecnologia (PACST). O Presidente está à frente do NSTC, que foi criado em 1999 e atua como o mais alto

43 *Smart grid infrastructure.*

44 *Smart place.*

45 *Smart transportation.*

46 *Smart renewable.*

47 *Smart electricity services.*

48 Um painel aportará informações para que o consumidor possa decidir se prefere utilizar energia naquele momento ou se prefere deixar para momento posterior. Caso a resposta em tempo real traga a diminuição do preço da fatura de energia, o consumidor provavelmente usará este mecanismo.

órgão decisório no que diz respeito à C&T na Coreia do Sul. O NSTC tem como missões formular e coordenar políticas e planejamento para C&T, alocar e coordenar o orçamento nacional de P&D, refletindo o resultado da sua revisão, e planejar programas de médio e longo prazo de P&D, incluindo novas engrenagens de crescimento (SCHLOSSSTEIN e REICHARTSHAUSEN, 2007).

Desde 1969, o governo sul coreano estruturou uma série de instituições para apoiar a adoção de tecnologias externas, como o *Ministry of Science and Technology* (MOST), um dos primeiros órgãos do governo dedicado ao desenvolvimento tecnológico, e a *Korea Institute of Science and Technology* (KIST), que depois se tornou o *Korea Institute of S&T Evaluation and Planning* (KISTEP), órgão de P&D dedicado à aplicação de tecnologia. Destaca-se que o governo da sul coreano apoiou capital semente e fez uma equipe de suporte para consultas administrativas com a finalidade de ajudar no desenvolvimento do instituto.

O MOST foi o ministério mais importante para a promoção de políticas de inovação, responsável por providenciar o direcionamento, o planejamento, a coordenação e a avaliação de todas as atividades de C&T, assim como a formulação de políticas de C&T e de programas e projetos de apoio às prioridades de desenvolvimento nacional.

O PACST, por sua vez, foi criado em 1991 para assessorar o Presidente com a política de C&T. Os objetivos principais do órgão são (i) desenvolver políticas estratégicas relacionadas à inovação tecnológica e ao desenvolvimento de recursos humanos, (ii) providenciar diretrizes para reformas de sistema para os ministérios relacionados à C&T e (iii) realizar tarefas específicas.

Os maiores promotores de alianças estratégicas para CT&I foram a KISTEP, o *Institute for Industrial Technology Evaluation and Planning* (ITEP), o *Institute for Information Technology Advancement* (IITA) e o *Science and Technology Policy Institute* (STEPI) (OCDE, 2009). O KISTEP é a principal agência da Coreia do Sul e apoia o MOST no planejamento de políticas e nos esforços de coordenação. O ITEP operava sob supervisão do MOCIE e, atualmente, opera sob a supervisão do Ministério de Economia do Conhecimento (MKE). O ITEP dedica-se a avaliar e gerir os programas de P&D, além de fazer o *forecasting* de difusão tecnológica, dentre outras atribuições.

O IITA operava sob a supervisão do Ministério de Informação e Comunicações (MIC) e, atualmente, está sob supervisão do MKE. Sua missão é providenciar alianças estratégicas no setor de IC&T. O STEPI opera sob a supervisão do Conselho Nacional de Economia, Humanidades e Ciências Sociais (NRCS) e seu objetivo é conduzir pesquisas e analisar questões relacionadas à IC&T para apoiar as agências do governo com ideias e sugestões para a promoção de inovação.

As principais agências de financiamento à pesquisa do país são a *Korean Science and Engineering Foundation* (KOSEF), a *Korea Industrial Technology Foundation* (KOTEF) e a *Korea Research Foundation* (KRF) (OCDE, 2009). A KOSEF foi criada em 1977 pelo MOST e foi importante para fazer uma ponte entre o governo, as instituições públicas de P&D, as universidades e as empresas privadas. As principais funções da KOSEF são apoiar as atividades de pesquisa em áreas como ciência e tecnologia, com a finalidade de promover a pesquisa para desenvolver a educação de ciência e tecnologia, visando contribuir para atividades científicas domésticas e internacionais e aumentar o intercâmbio nesta área.

A KOTEF foi estabelecida pelo MOCIE, em 2001, com função similar à KOSEF, mas com foco na promoção de tecnologia industrial. Os objetivos da fundação constituem realizar uma cooperação entre indústria e academia na área de pesquisa e inovação, assim como promover uma cultura orientada para tecnologia, desenvolver recursos humanos e promover cooperação internacional. Por fim, a KRF, fundada em 1981, tem como foco a promoção e o apoio às atividades acadêmicas e o seu aperfeiçoamento de qualidade, por meio de apoio a fundações de pesquisa acadêmica e a novas pesquisas.

8.6. CHINA

8.6.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DA CHINA

O modelo de inovação na China prevê a articulação de diversos atores de diferentes ministérios, setores e áreas de conhecimento, com o objetivo de promover aprendizados interativos e, finalmente, o desenvolvimento de inovações que atendam às necessidades da sociedade chinesa, sendo assim baseado em uma visão sistêmica. As políticas de inovação são pautadas pelo Conselho de Estado da República Popular da China, que constitui o centro da administração pública chinesa. O Conselho é composto pelos líderes de cada departamento e pela agência governamental e se reúne uma vez a cada seis meses.

Formalmente submetido ao Conselho de Estado, mas independente na prática, há o Congresso Nacional Popular (CNP), que, por meio da sua Comissão Permanente de Ciência, Tecnologia, Educação e Saúde, pode definir, decretar e emendar leis relacionadas à inovação. Também é consultada a Conferência Consultiva

Popular da China, um órgão conselheiro composto por especialistas (engenheiros, físicos, etc.), mas não ligado diretamente ao Partido Comunista.

Entre os ministérios componentes do Conselho de Estado, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) é o principal agente do Sistema Nacional de Inovação chinês. O Ministério administra os programas de ciência e tecnologia, desde a pesquisa básica até a comercialização das descobertas, apoia processos inovativos nas empresas e administra e promove parques tecnológicos e incubadoras. Cabe notar que o MCT também se articula com outros ministérios, notadamente os Ministérios da Educação, da Agricultura, da Saúde e, da Indústria e Tecnologia de Informação, para desenhar e implementar políticas de ciência, tecnologia e inovação. O MCT auxilia estas outras instituições na formulação de políticas de inovação, alocando recursos para projetos e iniciativas específicos e monitorando a sua aplicação.

Fundado em 1951, o *China Electric Power Research Institute* (CEPRI) é um centro de pesquisa abrangente e multidisciplinar associado à *State Grid Corporation of China* (SGCC)⁴⁹. O CEPRI é dedicado à P&D, a testes e à inspeção e formulação de padrões técnicos, fundamentais para as redes elétricas. O Centro também tem como missão coordenar os esforços dos institutos das províncias chinesas no âmbito da SGCC, para a construção de um sistema integrado de suporte técnico. Com isso, gerou uma série de inovações e descobrimentos em termos de capacidade de transmissão de longa distância, despacho inteligente de rede elétrica e integração de energia renovável em grande escala.

O setor elétrico chinês atravessou uma primeira leva de reformas significativas a partir de final dos anos de 1970 e meados da década de 1980, acompanhando a tendência de outros setores no país. As primeiras reformas lograram êxito ao abrir o setor elétrico do país, por meio da atração de investimentos oriundos de agentes privados, causando impactos no desenvolvimento de atividades inovativas.

Nota-se que o investimento em tecnologia permitiu ao país atender sua crescente demanda por energia em um contexto de rápido e vigoroso desenvolvimento industrial e econômico⁵⁰, sem, porém, ser acompanhado, na mesma medida, pela oferta. Tendo em vista os riscos de déficits na produção de energia, o governo chinês optou por reestruturar seu arcabouço institucional, de modo a estimular o aumento da geração de energia elétrica e diminuir o consumo por meio da implemen-

49 A SGCC é a maior empresa de transmissão e distribuição de energia elétrica na China e no mundo, com sede em Pequim.

50 O governo realiza atividades de P&D, capacitação de mão-de-obra e programas de estímulo à conservação de energia (ZHAO, 2001), o que ocorre em linha com a estratégia de aumento da eficiência energética no país, de modo a reduzir o consumo de energia elétrica e, assim, atenuar o risco da falta de energia.

tação de programas de eficiência energética, configurando-se como um forte *driver* para as mudanças verificadas no setor elétrico do país (KAHL *et al*, 2010).

Zhao (2001) destaca, de forma mais específica, que o desenvolvimento de atividades inovativas no setor elétrico chinês foi motivado pela busca pelo aprimoramento de processos e pela fabricação de produtos, com a finalidade de serem mais eficientes do ponto de vista do gasto de energia.

Até o meio da década de 1980, todas as unidades geradoras, transmissoras e distribuidoras eram de propriedade do governo chinês, cujas funções incluíam a alocação de investimentos, a aprovação de projetos, a distribuição das redes e, ainda, o estabelecimento de tarifas (VAN SAMBEEK, 2001). A partir de 1985, foram realizadas mudanças no sentido de uma maior descentralização e separação entre o governo e as empresas, alterando de forma significativa o desenho institucional do setor, vigente até então. Esse movimento de descentralização do setor elétrico chinês resultou em uma maior diversificação dos investimentos e da propriedade dos ativos de geração, diminuindo gradualmente o poder de monopólio do governo, sobretudo no segmento de geração.

Contudo, até o ano 1997, ainda era predominante a propriedade dos ativos de geração por parte do governo. Já os segmentos de transmissão, distribuição e comercialização eram controlados pelo Estado por meio de agências governamentais ou empresas estatais (VAN SAMBEEK, 2001). Ou seja, ainda que tenha sido verificado um processo de relativa abertura do setor, este movimento ocorre de forma discreta, sendo predominante o papel do Estado.

No âmbito das atividades inovativas no setor elétrico chinês, o Conselho de Ciência e Tecnologia do Estado contava com um departamento responsável pelo setor de energia, que tinha como atribuição a alocação de recursos de P&D em atividades inovativas para o setor elétrico, tais como energia nuclear, energias convencionais e, ainda, tecnologias relacionadas às energias renováveis.

Karplus (2007) destaca, também, que o avanço da capacidade inovativa da China desde o início das reformas do final da década de 1970 levaram o país a alcançar a fronteira tecnológica global em diversos casos. Contudo, os investimentos em atividades de P&D permaneciam muito associados às determinações e ao financiamento por parte do governo.

Paralelamente ao estímulo ao desenvolvimento de empresas de alta tecnologia por parte do Estado chinês, no final da década de 1990, podem ser observadas reformas no setor elétrico neste período, cujo objetivo foi efetivar um maior grau de abertura do setor. Em particular, merece destaque o fato que o Ministério de Ciên-

cia e Tecnologia do país, criado em 1998, inclui o Departamento de Desenvolvimento de Alta Tecnologia e Industrialização, cuja atribuição principal, além da alocação dos recursos de P&D em tecnologia, foi a formulação de políticas de incentivo à comercialização e à promoção de tecnologias relacionadas ao setor elétrico chinês (VAN SAMBEEK, 2001). Observa-se, portanto, que, mesmo o setor tendo atravessado por reformas liberalizantes ao final da década de 1990 e no início da década de 2000, os mecanismos de fomento e incentivo à inovação permaneceram sob a responsabilidade do Estado.

A reforma verificada em 1997 transformou o antigo braço produtivo do Ministério da Energia Elétrica em uma empresa estatal denominada *State Power Corporation of China* (SPCC), em 2002. Já o processo de reestruturação da SPCC originou cinco empresas de geração, duas empresas de redes de transmissão (*State Grid Corporation of China* e *China Southern Power Grid Company*) e, ainda, grupos de consultorias para estimular melhorias na alocação de recursos, por meio da introdução de mecanismos de competição. Em 2003, foi criada a Comissão de Regulação do Setor Elétrico (SERC), com o objetivo de introduzir e preservar as condições de competição no setor.

A China possui um plano de expansão da capacidade de geração e da rede elétrica que prevê investimentos na ordem de US\$ 2 trilhões, no período compreendido entre os anos de 2001 e 2030. Como resultado, espera-se que a demanda por novas tecnologias aumente consideravelmente. Neste contexto, é estimulado o uso de tecnologias locais, tanto para a expansão da rede, quanto para a construção de novas unidades geradoras. Nos casos em que há a necessidade do uso de tecnologia estrangeira, são criados mecanismos de transferência da mesma para a China (KARPLUS, 2007).

Dado o papel determinante dos custos nas decisões de investimentos dos agentes, as escolhas das fontes de geração, bem como das tecnologias empregadas, são determinadas por meio da comparação de preços (KARPLUS, 2007). Neste contexto, as empresas fornecedoras de bens e serviços reconhecidas internacionalmente formaram *joint ventures* com empresas chinesas, de modo a reduzir os custos e tornar suas ofertas (*bids*) atrativas para proprietários de unidades geradoras e para entidades governamentais responsáveis pelo planejamento do setor elétrico chinês. Nota-se que tais grupos priorizam a adoção de tecnologias desenvolvidas em território chinês. Ainda que empresas fornecedoras com reputação internacional, tais como Alstom e GE predominem, é preciso destacar os avanços recentemente conquistados pelos fabricantes chineses neste sentido.

As empresas fornecedoras internacionalmente estabelecidas conquistaram es-

paço na China por meio do desenvolvimento de parcerias com empresas locais, favorecendo a difusão de tecnologias mais avançadas no país. Ainda assim, o grau de difusão destas tecnologias está fortemente associado a fatores como custos relativos, níveis tarifários praticados e o ambiente institucional e regulatório vigente.

8.6.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO DA CHINA

Os principais atores do sistema de inovação na China e suas funções são listados a seguir (OECD, 2007; SILVA, 2017).

- i. *State Council*: realiza a formulação, a discussão e a aprovação de políticas de ciência e tecnologia, além coordenar departamentos e agências.
- ii. *National Development and Reform Commission* (NDRC): formula a política de desenvolvimento econômico de longo prazo.
- iii. *Ministry of Commerce* (MOC): fornece benefícios fiscais para exportações de produtos de alta tecnologia, além de tratamento preferencial para o investimento externo direto em setores de alta tecnologia.
- iv. *Ministry of Science and Technology* (MOST): conduz a reforma de CT&I.
- v. *Ministry of Finance* (MOF): formula procedimentos de compras e investimentos do governo.
- vi. *Chinese Academy of Sciences* (CAS): conduz pesquisa e promove inovação por meio do *Knowledge Innovation Program*.
- vii. *Commission of Science, Technology and Industry for National Defence* (COSTIND): supervisiona P&D relacionado à defesa e a aplicações de tecnologias comerciais.
- viii. *Ministry of Education* (MOE): fornece suporte para P&D relacionado a universidades, parques científicos e desenvolvimento de recursos humanos.
- ix. *Chinese Academy of Engineering* (CAE): fornece aconselhamento para políticas.
- x. *Ministry of Personnel* (MOP): atrai talentos do exterior e realiza a gestão dos programas de pós-doutorado.

xi. *National Natural Science Foundation of China* (NSFC): realiza o financiamento à pesquisa básica.

xii. *Ministry of Finances* (MIIT): implementa as políticas industriais.

A governança do sistema de inovação da China, na qual o MOST possui papel importante, articula diversas instituições (OECD, 2007). O *State Council Steering Group* para ciência, tecnologia e educação é um mecanismo de coordenação de alto nível, com encontros de duas a quatro vezes ao ano para avaliar questões estratégicas.

Além disso, agências em nível ministerial, como a NDRC, a CAS e a CAE, ministérios setoriais, como o Ministério da Indústria da Informação, o Ministério da Agricultura, e a NSFC desempenham um papel ativo na concepção e na implementação de políticas de CT&I. O Ministério de Finanças e o Ministério de Comércio também têm influência importante para políticas de C&T, além de políticas de inovação. Ademais, o Ministério de Pessoal e a *State IP Office* (SIPO) exercem uma influência indireta importante nestas políticas.

A atual estrutura de governança foi resultado de mudanças institucionais e de inovações implementadas durante o período pós-reforma. De acordo com o estudo da OECD (2007), são apresentadas, a seguir, as principais mudanças dos anos 1980 e 1990.

- i. Em 1986, ocorreu a criação da NSFC.
- ii. Ao longo dos anos 1990, vários esforços de reestruturação e de redução do tamanho do governo levaram à diminuição da quantidade de agências ministeriais, de 40 para 29, além de acarretar o enxugamento do número de empregados do governo em 47%.
- iii. Em 1998, ocorreu a criação do *State Council Steering Group* para ciência, tecnologia e educação, como mecanismo de coordenação de alto nível para C&T, para políticas educacionais e para *decision making* estratégico.
- iv. Em 1998, ocorreu a transferência da Comissão de C&T do MOST, em parte devido à redução do governo central, mas, também, para criar um *Steering Group* mais poderoso.

As políticas de incentivo à inovação e à C&T na China possuem uma série de objetivos, analisados abaixo, e diversos instrumentos de apoio (OECD, 2007). O apoio à pesquisa básica ocorre por meio de vários programas como o *Yangtze*

River Scholars Programme, o *CAS Hundred Talents Programme* e o *NSFC National Distinguished Young Scholars Programme*. Já o apoio à P&D de alta tecnologia é realizado, principalmente, através do *High Technology R&D Programme* e do *National Key Technology R&D Programme*.

O suporte à inovação e à comercialização tecnológica ocorre através de programas de desenvolvimento de novos produtos, como o *National New Product Programme*, e programas de construção de infraestrutura para transferência de comercialização de tecnologia, como o *Torch Programme*, o *Spark Programme*, o *S&T Achievement Dissemination Programme* e o *Action Plan for Thriving Trade through S&T*. Medidas de apoio às empresas incluem o *Technical Innovation Fund for Small and Medium-sized S&T Firms* e provisões para incentivos fiscais e capital de risco.

Já o suporte à construção de infraestrutura para pesquisa científica é realizado por meio do *National Key Laboratories Programme* e dos programas da MOST para construção de plataformas de compartilhamento de instalações de pesquisa, como equipamentos e outros recursos. Finalmente, o desenvolvimento de Recursos Humanos para C&T (HRST) e os prêmios de excelência para C&T ocorrem através de prêmios do MOE, como o *New Century Talents Training Programme* e o *University Young Scholar Awards*, além de outros prêmios da CAS.

8.7. ÍNDIA

8.7.1 - POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DA ÍNDIA

A Índia tem investido, anualmente, de US\$ 15 a 20 bilhões na expansão da sua rede elétrica, desde 2010. Este investimento ajudou a facilitar a passagem de uma estrutura que antes contava com cinco redes regionais independentes, em 1990, para o sistema nacional conectado. Devido a estes investimentos, a Índia encontra-se conectada a outros países, como Butão e Bangladesh, por meio de uma rede interligada, e o país planeja expandir a conectividade internacional em dez vezes na próxima década (BUCKLEY e SHAH, 2017).

Com relação à eficiência energética, a Agência Internacional de Energia (2011) estima que a Índia esteja investindo, aproximadamente, US\$ 20 bilhões por ano em atualizações da rede, para corrigir perdas comerciais e técnicas, bem como para

acomodar uma provável duplicação de energia elétrica para a próxima década. Particularmente devido às perdas e à poluição da geração de termelétricas, as iniciativas de eficiência energética tornam-se fundamentais.

Nota-se um potencial inexplorado no setor elétrico da Índia. A relevância de redes inteligentes e das micro redes para o país tem sido enfatizada pelo governo e por representantes do setor de energia. O objetivo básico da Índia, neste contexto, é a eletrificação dos domicílios, o fornecimento de energia adequado para o setor agrícola e a disponibilidade de energia, ao longo de todo o dia, para os cidadãos até 2019.

No entanto, devido à intermitência das fontes renováveis, as oportunidades para construção de redes inteligentes na Índia são imensas, tanto no setor de transmissão, quanto de distribuição, assim como para o fornecimento de oferta de energia elétrica confiável, constituindo um dos principais requisitos de infraestrutura para desenvolvimento (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

O Plano Nacional de Eletricidade da Índia (NEP) projeta uma instalação média anual de energia renovável na ordem de 21 a 22 GW, pelos próximos anos. O cenário das energias renováveis melhorou drasticamente, com a queda de 50% dos custos de energia eólica e solar em apenas dois anos, permanecendo ao redor de US\$ 0,038 por kWh (BUCKLEY e SHAH, 2017).

A terceira versão do Plano Nacional de Eletricidade da Índia (NEP3), divulgado no final de 2016, cobre dois períodos de cinco anos até 2027 e conclui que, além das usinas em construção, o país não exigirá novas centrais elétricas a carvão neste período. A NEP3 projeta que 57% do total de energia elétrica da Índia seja proveniente de fontes não fósseis até 2027 (BUCKLEY e SHAH, 2017).

Um fator-chave para a expansão da energia renovável no país foi o sistema de *buy-in*⁵¹ de grandes empresas na Índia e globalmente. A NTPC, maior concessionária do setor elétrico da Índia, ajudou a reduzir os custos solares para menos de Rs 3,00⁵² por kWh, em apenas dois anos, e possui uma estratégia corporativa que envolve a facilitação de 15 a 25 GW de investimento em energias renováveis (BUCKLEY e SHAH, 2017).

A Índia possui o maior projeto de energia solar em operação, tendo em vista

51 *Buy-in* ocorre quando um investidor é forçado a recomprar ações, porque o vendedor não entregou os títulos (*securities*) em tempo hábil ou não os entregou de forma alguma.

52 1 Rupia = 0,015 Dólares Americanos.

que, como os preços desta fonte caíram, o tamanho destes projetos aumentou. Em 2016, *Adani Green Power* encomendou o que pode se considerar o maior projeto de energia solar, situado em apenas uma localidade, do mundo, com 648 MW, em Kamuthi, Tamil Nadu. Em 2017, a Índia construiu a maior usina de energia solar do mundo em um único local, com 1 GW, em Kurnool, Andhra Pradesh (BUCKLEY e SHAH, 2017)⁵³.

Devido à esperada duplicação da demanda por energia elétrica na próxima década, os sistemas de transmissão e de distribuição exigirão expansões significativas. De acordo com Buckley e Shah (2017), o desenvolvimento de uma rede inteligente na próxima década facilitará a gestão da demanda e permitirá que o país tenha vantagem no *rollout* de veículos elétricos⁵⁴.

Em 2017, a *Energy Efficiency Services Ltd.* (EESL) lançou um concurso de US\$ 500 milhões para instalar 5 milhões de medidores inteligentes nos estados de Uttar Pradesh e Haryana. A EESL fornecerá o capital inicial e realizará a primeira manutenção de infraestrutura da primeira década, para avaliar as preocupações sobre restrições financeiras de empresas de distribuição de energia elétrica. Este constitui o primeiro movimento concreto em relação à direção de universalização de medidores inteligentes para todo o país (BUCKLEY e SHAH, 2017).

De acordo com Buckley e Shah (2017), uma rede com interatividade e comunicação bidirecional, iria incentivar a implementação de sistemas solares distribuídos e sistemas de armazenamento, reduzir as perdas de roubo, que estão afetando a maioria das distribuidoras do país, facilitar o monitoramento em tempo real, ajudando a reduzir o consumo em momentos de pico, fornecer uma leitura precisa das contas e ajudar a resolver as ineficiências de faturamento e permitir a oferta de serviços pré-pagos e de conexão por acesso remoto.

As baterias, por sua vez, irão desempenhar um papel-chave na transição para uma rede inteligente, interconectada e bidirecional, o que permitirá o melhor gerenciamento do pico da demanda. Além disso, o armazenamento está desempenhando uma

53 A Índia fez progressos substanciais na melhoria de eficiência no sistema de energia nos últimos três anos. Isso pode ser demonstrado a partir da redução do déficit de pico de energia, desde 2009 e 2010, de mais de 12% para 1% a 2%, em 2016 e 2017, com períodos regulares de superávit.

54 Um programa de investimentos, na ordem de US\$ 200 bilhões, até 2030, geraria a oportunidade para o país estabelecer uma rede inteligente conectada internacionalmente e capaz de gerenciar esse aumento expressivo da demanda por energia, incorporando uma diversidade maior na geração de energia elétrica, o que inclui o armazenamento e a energia solar oriunda de painéis solares (BUCKLEY e SHAH, 2017).

função fundamental na aceleração do desenvolvimento de veículos elétricos. Devido à aspiração da Índia de, até 2030, ter 100% de veículos elétricos, o que está alinhado à estratégia do Presidente Modi de “*Make in India*”, empresas como Reliance Industries, Hero Motocorp, Adani, JSW Group, Suzuki, Toshiba e Tesla estão se preparando para construir baterias na Índia (BUCKLEY e SHAH, 2017)⁵⁵.

Outra área de oportunidades para a Índia é a *Demand Response Management*, um sistema projetado para reduzir o consumo de energia elétrica em curtas durações de tempo, em momentos de pico de demanda. Com a sua distribuição por uma variedade de clientes, pode ser verificada uma redução voluntária da carga, sem gerar uma ruptura econômica significativa e, assim, evitar desperdícios de carga e apagões involuntários. Destaca-se que a transição para medidores inteligentes é um pré-requisito para a construção de uma rede inteligente a fim de gerenciar melhor a demanda e a geração variável.

Para incentivar o setor de energia solar, o Presidente Nehru, em 2010, lançou a *National Solar Mission*, que tem como objetivos (i) implantar 20.000 MW de redes conectadas à energia solar, até 2022, (ii) implementar 2.000 MW de aplicações de energia solar *off-grid*, incluindo 20 milhões de lâmpadas, até 2022, (iii) instalar 20 milhões m² de lâmpadas solares, até 2022, (iv) criar condições favoráveis para o desenvolvimento da capacidade de produção solar no país e (v) apoiar P&D e a capacidade de construção de atividade para obter paridade de rede, até 2022.

As iniciativas do governo da Índia para fomentar as fontes renováveis são tanto iniciativas de políticas públicas, quanto intervenções regulatórias. As iniciativas de política públicas, realizadas em 2016, são a revisão da política tarifária, os comitês de especialistas para assessorar o governo indiano na integração com renováveis em larga escala e as orientações sobre comércio transfronteiriço de eletricidade (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

Com relação à política tarifária, revisada em 2016, há várias disposições destinadas a acelerar a implantação de energias renováveis no país, incluindo provisões para (i) obrigações de compra de 8% de energia renovável solar, até 2022, (ii) a obrigação de geração renovável para novas termelétricas a carvão, (iii) a isenção à energia renovável das taxas de transmissão entre os estados e (iv) o agrupamento de energia renovável com a energia de usinas com depreciação total, que possuem contratos de compra de energia expirados. Além disso, o governo emitiu orientações de longo prazo para o crescimento da compra obrigatória de energia solar e não solar (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

55 Um outro elemento ajudará esta trajetória, qual seja, os preços das baterias terem caído 80% nos últimos cinco anos.

Em 2015, foram instituídos os comitês de especialistas do governo indiano em integração com renováveis em larga escala, para tratar de várias questões relacionadas a este tema. Estes comitês recomendaram diversas ações, como trazer flexibilidade na geração convencional, controle de frequência, manutenção de geração de reserva, introdução de serviços e mecanismos de balanceamento, dentre outros⁵⁶ (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

Com relação ao comércio transfronteiriço de energia elétrica, o governo indiano emitiu, em 2016, diretrizes com o objetivo de facilitar as trocas de energia elétrica entre a Índia e outros países. Assim, buscou-se promover transparência, consistência e previsibilidade nas abordagens regulatórias, em todas as jurisdições, bem como minimizar percepções de riscos regulatórios (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

Existe, no entanto, uma série de desafios para a implementação dos sistemas de redes inteligentes na Índia, cujo principal são os seus elevados custos de capital. Como é necessário criar uma rede de comunicações confiável, aumenta-se consideravelmente o custo de capital e de hardware. Ademais, mesmo a Índia tendo um patamar de desenvolvimento tecnológico equivalente ao de muitos países desenvolvidos, é necessário um complexo modelo de dados para gerenciar os vários formatos de informações que fluem, em grande volume, para o sistema (GOVERNMENT OF INDIA, 2017).

8.7.2 - PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO NA ÍNDIA

De acordo com Chakraborty (2010), há vários programas de apoio à inovação na Índia, sendo o mais importante o *Technopreneur Promotion Programme* (TePP), criado em 1998, pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. O Programa foi gerido inicialmente pelo *Department of Scientific and Industrial Research* (DSIR) e pelo *Technology Information, Forecasting and Assessment Council* (TIFAC) do *Department of Science and Technology* (DST), mas desde 2009, vem sendo conduzido apenas pelo DSIR. A singularidade deste programa reside no fato de que os inovadores individuais, do sistema informal ou formal de conhecimento, obtêm apoio financeiro sem contrapartidas adicionais. O Programa consiste em apoiar uma ideia a se concretizar em protótipo e os valores de suporte variam de acordo com o estágio na cadeia de inovação.

Há também programas de assistência financeira conduzidos pelo *Technology Development Board* (TDB), criado em 1996 pela DST, para fornecer assistência financeira

⁵⁶ Os comitês também enfatizaram o estabelecimento de Centros de Gerenciamento de Energia Renovável (REMC), a ampliação e o fortalecimento do sistema de transmissão, assim como o cumprimento de regulamentos e padrões de geração renovável.

na forma de capital, empréstimos ou subvenções. Duas instituições de investimento são envolvidas neste processo: o *Venture Capital Fund* de *Andhra Pradesh Industrial Development Corporation* e o *Ascent India Fund* da *Unit Trust* da Índia. Através do *New Millennium India Leadership Initiative* (NMITLI), criado em 2000, o *Council of Scientific and Industrial Research* (CSIR) lançou um programa para permitir a indústria indiana alcançar uma posição de liderança em poucos nichos de mercado, ao fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico em inovação em diversas disciplinas.

Além do DST e do DSIR, há vários outros atores relevantes na implementação de políticas de CT&I. A *National Innovation Foundation* (NIF), criada pela DST como órgão autônomo, em 2000 está desenvolvendo um registro de *grassroot innovations* sustentáveis e, portanto, se direciona às camadas informais da sociedade, ajudando no desenvolvimento e na proteção do interesse dos mais vulneráveis. A NIF também possui o objetivo de desenvolver um modelo de alívio de pobreza e de criação de emprego por meio da conversão de inovação em empreendimentos.

O *Venture Capital Funding Mechanism* (VCFM) fornece capital de risco para o crescimento de negócios inovadores de alta tecnologia⁵⁷. Os parques tecnológicos indianos foram inaugurados pelo DST em 1984, para consolidar uma ligação entre a academia, os institutos de P&D e a indústria, com a finalidade de promover capacitações de empreendedorismo entre pessoas do ramo da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento de empresas de base tecnológica. Outro objetivo desta iniciativa é apoiar as pequenas e médias empresas. As incubadoras de empresas foram estruturadas para criar companhias de base tecnológica e empreendimentos diversos. Nota-se que o DST fornece subvenções para as empresas, tanto na forma de capital, quanto como despesas, durante um período fixo. Destaca-se que as incubadoras foram criadas em várias instituições acadêmicas.

8.8. SÍNTESE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste capítulo foi apresentar as experiências de vários países no que se refere à inovação no setor elétrico. Destaca-se que as tendências de descarbonização, digitalização e descentralização e as iniciativas de política pública visando o fomento da inovação devem aumentar a importância da atividade inovadora para as empresas do setor elétrico.

⁵⁷ Na Índia, o *venture capital* constitui uma extensão das instituições financeiras de desenvolvimento, como: *Industrial Development Bank of India* (IDBI), *Small Industries Development Bank of India* (SIDBI) e *State Finance Corporations*.

O Reino Unido é um importante ator na área de pesquisa e inovação para a transição energética de baixo carbono dos países em desenvolvimento. Além disso, vem apresentando experiências interessantes no que se refere à regulação. Segundo Bell *et al.* (2018), a principal vantagem presente no modelo RIIO é fornecer um incentivo para que as empresas inovem. Se as companhias investirem em inovação no início do período, elas terão tempo para obter um retorno, reduzindo o custo de entrega do serviço a seus clientes e atendendo as condições de licenciamento a um custo menor do que o assumido na liquidação do controle de preços.

Nos Estados Unidos, a experiência do EPRI mostra como pode ser realizada a promoção de inovações disruptivas pelas empresas de forma ágil e em parceria com universidades e com o governo. O sistema setorial de inovação nos EUA possui ampla participação do Estado, com destaque para a atuação do Departamento de Energia do país e seu envolvimento no âmbito das atividades inovativas realizadas no setor elétrico. Esta presença é especialmente relevante nas etapas iniciais de pesquisa básica e de desenvolvimento dos projetos, bem como nas etapas finais, quando ocorre a inserção do produto da inovação no mercado.

Entre as explicações gerais que ajudam a compreender a razão do bom desempenho do sistema de inovação da Alemanha, considera-se relevante a existência de um grande número de organizações intermediárias, possuindo várias funções nos governos federal e locais, com tarefas diferentes, que vão desde a pesquisa básica de longo prazo, aos serviços para outros institutos. A força do sistema de inovação alemão decorre da clara divisão de trabalho entre as organizações de pesquisa, a sociedade e os atores públicos e privados (MAMEDE *et al.*, 2016).

Na Alemanha, a “estratégia de alta tecnologia” pode ser sintetizada em cinco eixos: (i) pesquisa e inovação em áreas com inovação altamente dinâmica, (ii) melhor transferência de conhecimento, mediante novos instrumentos para melhorar a rede regional, nacional e internacional entre ciência e indústria, (iii) maior dinamismo na inovação, com o fortalecimento do ritmo da inovação na indústria alemã e o apoio a pequenas e médias empresas e *startups* de tecnologia, (iv) otimização das principais condições da estrutura do sistema de inovação garantindo pessoal qualificado, disponibilidade de financiamento da inovação e fornecimento de outras bases sociais, técnicas e jurídicas, e (v) aumento da participação ativa da sociedade, como ator central, e fortalecimento de importantes fatores como a abertura à tecnologia, participação pública e a inovação social (BMBF, 2014).

Verifica-se que Israel possui um ambiente altamente inovador. O IIA conduz programas de suporte e financiamento a *startups* e a pequenas empresas de base

tecnológica. Já a KARAT fornece uma estrutura de investimento e de serviços de suporte para o desenvolvimento e a comercialização de ideias inovadoras na área de energia ao IEC, um ator importante do sistema de inovação.

Outras iniciativas de destaque apresentadas neste capítulo incluem a consolidação da *Israeli Smart Energy Association* e a iniciativa *Israeli Smart Grid*. Além disso, é preciso mencionar o esforço de promoção da concorrência no setor, o que permite novos atores, entre eles *startups*, que podem atuar em nichos de mercado e atender à demanda com mais eficácia.

A Coreia do Sul apresenta uma das maiores taxas de gastos de P&D proporcionalmente ao PIB no mundo, 4,23%. Como resultado disso e das diversas iniciativas que os governos sul coreanos vêm adotando para fomentar CT&I, o país é também um dos maiores produtores de artigos científicos e técnicos, além de ter milhares de aplicações de patentes. Nota-se que os gastos de P&D em tecnologia verde beiraram um quinto do total de gastos em P&D no país. Ademais, o governo traçou uma estratégia de longo prazo para P&D no *Green Energy Strategy Roadmap*, além de lançar uma série de iniciativas, como a *Korea Energy Technology Evaluation and Planning*, para melhorar a eficiência de P&D de energia.

O fato de a primeira política de energia renovável da Coreia do Sul ter sido realizada ainda em 1980, com incentivos para compras de geradores de energia renovável, mostra que o governo possui a tradição de desenhar políticas de energia considerando a evolução tecnológica do setor. Desde então, foram realizadas diversas políticas, programas e planos para aumentar a eficiência energética do país, tornando o setor elétrico mais sustentável e capaz de gerar inovações.

Mais recentemente, foram estabelecidas duas políticas públicas para fomentar redes inteligentes no país: a *Smart Grid Project* e a *Low Carbon Green Growth*. O desenvolvimento tecnológico e o teste de rede inteligente na Ilha Jeju, citado como exemplo de incentivo às redes inteligentes, são iniciativas apoiadas pelo governo da Coreia do Sul. Estas tecnologias estão, contudo, ainda em fase embrionária e não estão prontas para comercialização. Nota-se que o governo está comprometido com uma estratégia de desenvolvimento para estabelecer as tecnologias de redes inteligentes como uma indústria no país (CHEONG, 2013).

A China passou por uma série de reformas e elaborou diversos programas de apoio à inovação, cujo foco foi mudando ao longo do tempo. Inicialmente com o objetivo de desenvolver tecnologia em áreas específicas, os programas foram sendo gradualmente modificados, à medida em que o governo chinês percebeu as fraquezas do empresariado local, os limites da transferência de conhecimento externo para o país, a importância de desenvolver produtos protegidos por propriedade intelectual e a

relevância de possuir produtos com aderência a padrões internacionais.

A partir de 2006, o foco foi o desenvolvimento de políticas para levar os setores estratégicos à fronteira do conhecimento (SILVA, 2017). A observação dos sucessivos programas conduzidos pelo governo chinês mostra uma preocupação em estabelecer metas orientadas pela definição de áreas estratégicas. Cassiolato (2013) mostrou que esta estratégia, aliada ao esforço de desenvolvimento de inovações endógenas, vem sendo bem sucedida, levando o país a aumentar a sua participação na produção mundial de bens de alta tecnologia.

O sucesso da constituição do Sistema Nacional de Inovação chinês também decorre da natureza de seu arcabouço institucional e das características próprias do país no que se refere à atuação do Estado. Araújo (2013) observa que *“a China tem uma política de inovação claramente focada, incentivos à burocracia para inovações institucionais e difusão de melhores práticas, sem, contudo, desviar a atenção das prioridades estratégicas”*. Como observado por IEDI (2011):

“A sistemática chinesa de formulação e implementação de planos quinquenais confere ao seu planejamento, quer em termos gerais ou setoriais, uma eficácia muito maior. Em primeiro lugar, porque a cultura de planejamento de longo prazo já está estabelecida e é uma rotina para todos os órgãos de governo. Em segundo lugar, porque há continuidade nas ações e os novos planos dão sequência aos anteriores, sem as rupturas que comumente ocorrem no Brasil. Em terceiro lugar, porque a implementação dos programas é favorecida pelo grau de comando e controle que o Estado chinês possui sobre muitos dos atores envolvidos, que em grande parte depende diretamente do governo (empresas estatais, institutos federais de pesquisa, etc.) ou estão sujeitos a regras bem mais rígidas, inclusive no que tange ao IDE (investimento direto estrangeiro).”

Especificamente em relação ao setor elétrico, observa-se uma tradição em pesquisa, um sucesso na produção de produtos patenteáveis e organizações fortes, como, por exemplo, o CEPRI⁵⁸, que reúne atividades de P&D, consultoria, testes e certificações.

Recentemente, a questão ambiental passou a ganhar relevância, tendo em vista os altos níveis de poluição do país. A conciliação entre a necessidade de atendimento à demanda e a questão ambiental configura-se como um grande desafio para as li-

⁵⁸ Para mais informações sobre este centro de pesquisa, conferir http://www.epri.sgcc.com.cn/html/eprien/col2016201120/2016-12/19/2016121914455989668229_1.html.

deranças do país no que se refere ao planejamento de ações para o setor energético. Silva (2017) observa que a China já é líder mundial na produção de inovações tecnológicas em energias renováveis, consideradas estratégicas pelo Estado, devido à carência do país nestas fontes. Como apresentado neste capítulo, a composição atual e as perspectivas de evolução da matriz energética chinesa mostram a adequação da estratégia de inovação voltada para o setor de energia às diretrizes do governo.

Nota-se um potencial inexplorado no setor elétrico da Índia. No médio e longo prazo, o objetivo básico do governo indiano é a eletrificação das famílias e o fornecimento de energia adequado para todos os cidadãos do país. Os gastos em P&D em comparação ao PIB da Índia oscilaram entre 0,69% e 0,76%, de 2011 a 2015, cuja consequência é a expressiva quantidade de patentes para um país em desenvolvimento.

As iniciativas do governo da Índia para fomentar as fontes renováveis são tanto de políticas públicas, quanto intervenções regulatórias. No que diz respeito às políticas públicas, um fator-chave para a expansão da energia renovável no país foi o sistema de *buy-in* de grandes empresas na Índia e globalmente. Além disso, o país possui o maior projeto de energia solar em operação e, como os preços da geração solar caíram, o tamanho de seus projetos aumentou.

Devido à projeção de duplicação da demanda por energia elétrica na próxima década, os sistemas de transmissão e de distribuição necessitarão de significativas expansões e ampliações. Neste contexto, o desenvolvimento de uma rede inteligente na próxima década facilitará a gestão da demanda e permitirá que o país tenha vantagem no *rollout* de veículos elétricos.

A maior lição trazida pelas experiências dos países analisados é que o Estado desempenha um papel fundamental para as empresas do setor elétrico, não apenas no que se refere a novas formas de regulação, que promovam uma maior concorrência entre empresas, como também à articulação dos agentes envolvidos nas atividades inovadoras e no fomento à inovação. Como demonstrado pela experiência norte-americana, o Estado é essencial para a definição de missões e para o apoio a iniciativas, através de compras governamentais e programas focados nas novas tendências tecnológicas.

A promoção de empresas inovadoras de pequeno porte também pode ser importante, uma vez que estas possuem a capacidade de ocupar nichos de mercado e, assim, ajudar as grandes empresas do setor a se inserirem em processos de produção descentralizados.

A produção de energias renováveis e a questão ambiental podem ser elementos estruturantes das políticas de apoio, como vem ocorrendo em diversos países ana-

lisados. O exemplo da China mostra que uma política baseada em metas de longo prazo, com objetivos bem definidos que sejam de Estado (e não de governo), estabelecem os pilares para o sucesso da atividade inovadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Inovação: Estratégias de sete países**. 2010. Série Cadernos da Indústria ABDI. Volume XV. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/inovacaoestrategiasdesetepaises.pdf>.

BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung. **Research and innovation that benefit the people**. Alemanha. Disponível em: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Research_and_innovation_that_benefit_the_people.pdf.

BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung. **The new High-Tech Strategy innovations for Germany**. Alemanha, 2014. Disponível em: https://ec.europa.eu/knowledge4policy/sites/know4pol/files/hts_broschuere_engl_bf.pdf

ALLEN, M. M. C. **Germany's National Innovation System**. In Encyclopedia of Technology and Innovation Oxford: Basil Blackwell Ltd., 2009, pp. 375-389.

ARAÚJO, B. C. **Políticas de inovação no Brasil e na China no século XXI**. Texto de Discussão IPEA 1863. Brasília: IPEA, 2013.

ARRANZ, I. **La Transición Energética en Alemania**. Energiewende. ICEX – España Exportación e Inversiones. 2016.

BAGLEY, C.; BROWN, E.; CAMPBELL, B.; CLOKE, J.; CAMERON, S.; COLLINGS, S.; GUNNING, R.; KABELL, H.; MCDONNELL, J.; SENG TO, L.; TURNER, B. **Mapping the UK research & innovation landscape: Energy & development**. UK Low Carbon Energy for Development Network, Energy 4 Impact and the Knowledge Transfer Network, com a colaboração de IOD-PARC. 2018.

BELL, K.; GROSS, R.; WATSON, J. **Ofgem RII0-2 Consultation: Response from the UK Energy Research Centre (UKERC)**. UK Energy Research Centre (UKERC). 2018. Disponível em: <https://www.google.com/l?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwiOv777jZzeAhWSDOWKHeuIBIYQFjAFegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ukerc.ac.uk%2Fasset%2F5096CBE5-8FC6-4908-8002E9166CD2D760%2F&usg=AOvVawouMWbcYnQQLaTa5ehFa4Va>.

BUCKLEY, T; SHAH, K. **India's Electricity Sector transformation**. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA). 2017. Disponível em: http://ieefa.org/wp-content/uploads/2017/11/India-Electricity-Sector-Transformation_Nov-2017-3.pdf.

CASSIOLATO, J. E. **As políticas de ciência, tecnologia e inovação na China.** Boletim de Economia e Política Internacional. IPEA, v. 13, pp. 65-80, jan./mar. 2013.

CHAKRABORTY, S. **National Innovation Systems: India's perspective.** Department of Scientific and Industrial Research, Ministry of Science and Technology, India. White paper. 2010.

CHEONG, S. **South Korea: A paradigm shift in energy policy.** Living Energy, n. 8, 2013. Disponível em: <https://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/energy-topics/living-energy/issue-8/essay-south-korea-SeungIlCheong-Living-Energy-8.pdf>
Acesso em 15/06/2018.

CHUA, A. **World on fire: How exporting free market democracy breeds ethnic hatred and global instability.** EUA: Knopf Doubleday Publishing. 2003.

CPFL Energia. **Relatório IV: Modelo tarifário e formação de tarifa - Aspectos conceituais da regulação econômica, modelo tarifário e mecanismo de formação das tarifas nos 25 países estudados.** Projeto de P&D “Panorama e Análise Comparativa da Tarifa de Energia Elétrica do Brasil com Tarifas Praticadas em Países Selecionados, Considerando a Influência do Modelo Institucional Vigente”. 2015. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/inovacao/projetos/Documents/PB3002/aspectos-conceituais.pdf>.

DOE, Department of Energy. Science and Innovation. Disponível em: <https://www.energy.gov/science-innovation>.

DOSI, G. **Technical change and industrial transformation.** Macmillan, 1984. In: Land of milk and startups: Silicon Wadi vs. Silicon Valley. Israel's Technology Cluster. The Economist. Disponível em: <https://www.economist.com/business/2008/03/19/land-of-milk-and-start-ups>.

ESPANHA. **Ficha país: Alemanha – República Federal de Alemanha.** Dezembro 2017. Disponível em: http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/ALEMANIA_FICHA%20PAIS.pdf

ESPANHA. **Informe económico y comercial: Reino Unido.** 2017. Disponível em: <http://www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/FAABB4067C28DC3FF5E3C1A2808CBE55.pdf>.

EUROPEAN COMMISSION. **2019 Innovation scoreboards: The innovation performance of the EU and its regions is increasing.** 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_2991.

CORNOT-GANDOLPHE, S. **South Korea's New Electricity Plan: Cosmetic changes or a breakthrough for the climate?** Éditoriaux de L'Ifri. Édito Énergie, IFRI. 2018.

GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico. **A energia na cidade do futuro: Novo ambiente estratégico de negócios.** 2014. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/40_reltec6.pdf.

GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico. **Relatório 6.1: Políticas de inovação em países selecionados.** Projeto de P&D "Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008-2015: Formulação de Propostas de Aprimoramento". 2019a.

GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico. **Relatório 6.2: Políticas de inovação no setor elétrico de países selecionados.** Projeto de P&D "Avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008-2015: Formulação de Propostas de Aprimoramento". 2019b.

GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico. **Novo ambiente estratégico de negócios.** Rio de Janeiro. 2014.

GOVERNMENT OF INDIA. **India Country Report: Research, development, demonstration and deployment of smart grids in India.** Department of Science and Technology of Government of India. 2017. Disponível em: <http://dst.gov.in/sites/default/files/India%20Country%20Report%20on%20Smart%20Grids.pdf>.

GRANT THORNTON. **The Grant Thornton Global Dynamism Index (GDI).** Disponível em: <https://www.globaldynamismindex.com/gdi.html>.

GRIGOLEIT, T.; LENKEIT, D. **The renewable energy industry in Germany: A glance at industry promotion policies in selected energy sectors.** 2012.

HOMMES, C.; MATTES, A.; TRIEBE, D. **Research and innovation policy in the U.S. and Germany: A comparison.** DIW Berlin, 2011.

IEA, International Energy Agency. **Good practice policy framework for energy technology research, development and demonstration (RD&D).** Information Paper, Accelerating Energy Innovation Series, International Energy Agency. 2011.

IEA, International Energy Agency. **World Energy Balances**. IEA. Korea Energy Agency. 2016.

IEDI, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Indústria 4.0: O projeto catapulta e a estratégia industrial do Reino Unido**. 2018. Carta n. 847. Disponível em: http://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_847.html.

IEDI, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Uma comparação entre a agenda de inovação da China e do Brasil**. São Paulo: IEDI, 2011.

INNOVATION NORWAY. **The transition to green energy in China, Japan and Korea**. A Window of Opportunity for Norwegian Business. 2016. Disponível em: <https://www.innovasjon Norge.no/globalassets/old/pagefiles/4014/energy-report-nea-v3.pdf>.

JENKINS, J.; MANSUR, S. **Bridging the clean energy valleys of death**. Breakthrough Institute. 2011.

JI-HYE, S. **Korea Raises Renewable Energy Target to 30-35 Percent by 2040**. The Korea Herald. 2019. Disponível em: http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20190419000498&ACE_SEARCH=1.

KAHL, F. *et al.* **Challenges to China's transition to a low carbon electricity system**. University of California. 2010.

KARPLUS, V. J. **Innovation in China's Energy Sector**. Working Paper 61, Program on Energy Sustainable Development. Stanford University. California, 2007.

LABRUNIE, M. L. **Políticas industriais na Era da Manufatura Avançada: Uma comparação internacional**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia. 2018.

LEE, S. H. Electricity in Korea: **The impacts and benefits of structural reforms in the Transport, Energy and Telecommunications Sectors**. PSU Structural Reform Final Report. 2011. Disponível em: mddb.apec.org/Documents/2011/SOM/SYM/11_som_sym1_009.pdf Acesso em 15/06/2018.

LUFKIN, B. **The tiny island that aims to become a carbon-neutral paradise**. Generation Project. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/worklife/article/20190925-the-holiday-paradise-going-green-amid-a-tourist-boom>.

LUZZATTO GROUP. **Israel National Technological Innovation Report: 2016-2017**. Intellectual property, high-tech and economic-technological development in Israel. The Luzzatto Group Research Division. Disponível em: <https://www.luzzatto.co.il/images/publications/israel-national-technological-innovation-report-2016-2017.pdf>.

MAMEDE, M. *et al.* **Sistema Nacional de Inovação: Uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil**. Revista de Gestão e Tecnologia, v. 6, n. 4. 2016.

MARZANO, F. M. **Políticas de inovação no Brasil e nos Estados Unidos: A busca da competitividade – Oportunidades para a ação diplomática**. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2011.

MAUTZ, R. **The transformation of the German Electricity Sector: Neither abrupt change nor continuous path**. Sociological Research Institute Göttingen, SOFI. Paper presented at the Sussex Energy Group Conference “Energy Transitions in an Interdependent World: What and Where are the Future Social Science Research Agendas?” 25th-26th February, 2010, University of Sussex.

MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial State**. London: Demos, 2011.

MOREIRA, S. V. **O sistema de pesquisa e de inovação na Alemanha**. 2015. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5982/1/Radar_n42_sistema.pdf.

MOTIE, Ministry of Trade, Industry and Energy. **Korea Energy Master Plan: Outlook & Policies to 2035**. 2014. Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/1358>.

MOWERY, D. C; ROSENBERG, N. **The US National Innovation System**. In: Nelson, R. R. (ed.), National Innovation Systems: A comparative analysis. Oxford University Press, 1993.

NEAL, H. A.; SMITH, T.; MCCORMICK, J. **Beyond Sputnik: US science policy in the twenty-first century**. University of Michigan Press, 2008.

OCDE, Organization for Economic Co-operation and Development. **OECD Studies on SMEs and entrepreneurship SMEs, entrepreneurship and innovation**. Organization for Economic Co-operation and Development. 2010.

OCDE, Organization for Economic Co-operation and Development. **Reviews of Innovation Policy: China.** Synthesis Report. Organization for Economic Co-operation and Development. 2007.

OCDE, Organization for Economic Co-operation and Development. **Reviews of Innovation Policy: Korea.** Organization for Economic Co-operation and Development. 2009.

RESEARCH OFFICE LEGISLATIVE COUNCIL SECRETARIAT. **Fact sheet: Development of innovation and technology in Germany.** FSC13/14-15. Alemanha, 2015. Disponível em: <http://www.legco.gov.hk/research-publications/english/1415fsc13-development-of-innovation-and-technology-in-germany-20150225-e.pdf>.

SCHLOSSSTEIN, D. F.; REICHARTSHAUSEN, S. **Recent Changes to Korea's Innovation Governance.** In: Pascha, W.; Storz, C.; Taube, M. (Eds.). Workshop Series on the Role of Institutions in East Asian Development: Institutional Foundations of Innovation and Competitiveness in East Asia. Duisburger Arbeitspapiere Ostasienwissenschaften, n. 72/2007, pp. 81-97. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10419/41009>.

SENIOR, D.; SINGER, S. **Start-Up nation: The story of Israel's economic miracle.** Hachette Book Group, New York. OECD Economic Surveys: Israel, 2009.

SHAVIV, E.; CAINE, M.; GROSSMAN, G. **Clean Energy Innovation Policy in Israel: Identifying fundamental principles through a case study of Smart Grid Policy.** The Samuel Institute for Advanced Studies in Science and Technology and the London School of Economics. 2013. Disponível em: <https://www.neaman.org.il/Files/6-384.pdf>.

SHKEDI, D. **The Electricity Sector in Israel.** Embassy of India, Tel Aviv, Commercial Wing. 2015. Disponível em: <http://www.indembassy.co.il/pdf/Report-on%20the-National-Electricity-Sector-Reissued-June-2015.pdf>.

SILVA, R. M. M. **O Sistema Nacional de Inovação da China em transição: A dinâmica de atuação do Estado na indução das inovações nativas - Zizhu Chuangxin.** Tese (doutorado em Economia do Desenvolvimento), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SQUEFF, F. H. **Nove cérebros, um só corpo: A “super” Agência Britânica de Pesquisa e Inovação.** Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Abril, n. 50. 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7840/1/Radar_n50_nove.pdf.

SZELEKOVSKY, S. *et al.* **Israeli economy at a glance**. European Union – Delegation to the State of Israel. Disponível em: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/d-il/dv/israeli_economy_at_a_glance/israelieconomy_at_a_glance_en.pdf.

TOWNSEND, B.; SMITH, E. **US energy R&D architecture: Discreet roles of major innovation institutions**. American Energy Innovation Council. 2016.

UNAI, C. L.; ELOY, A. P. **Redes de distribución eléctrica del futuro: Un análisis para su desarrollo**. Cuadernos Orkestra 2013/4. ISSN 2340 7638.

VAN SAMBEEK, E. J. **Institutional framework of the Chinese Power Sector**. Background and Overview Paper on the Status Quo and Reforms of the Chinese Power Sector. Out 2001.

WONGLIMPIYARAT, J. **Government policies towards Israel's high-tech powerhouse**. Technovation, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.001>.

ZHAO, J. **Reform of China's energy institutions and policies: Historical evolution and current challenges**. Harvard University, 2001.

CAPÍTULO 9

PROPOSTAS DE AVANÇO DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL EM ARTICULAÇÃO COM OUTRAS POLÍTICAS QUE INFLUENCIAM A INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Marcelo P. Matos

Renata Lèbre La Rovere

Maria Gabriela Podcameni

José Eduardo Cassiolato

Nivalde José de Castro

Maria Martha Brito

Mauricio Moszkowicz

Rubens Rosental

André Alves

Diogo Salles

Micaela Mezzadra

INTRODUÇÃO

O presente capítulo é o ponto de chegada propositivo das avaliações realizadas no estudo e apresentadas nos capítulos anteriores deste livro. As análises apresentadas nos Capítulos 3, 4 e 5 captaram a percepção dos agentes com relação ao Programa de P&D da ANEEL, suas potencialidades e possibilidades de aperfeiçoamento. Neste sentido, buscou-se dialogar com representantes de empresas do setor elétrico, do setor acadêmico e de empresas fornecedoras de bens e serviços. Como resultado, foi obtido um panorama que possibilitou o mapeamento do Programa sob a ótica dos agentes participantes.

A análise das políticas implícitas e explícitas, realizada no Capítulo 7, permitiu a elaboração de um panorama amplo de possíveis aprimoramentos do Programa de P&D da ANEEL, articulando as diversas instituições envolvidas na atividade de inovação do setor elétrico. O Capítulo 6, por sua vez, apresentou um panorama dos desafios para elevar a inovação no setor a outro patamar.

A identificação de potenciais formas de transformar as propostas em prática teve como referência central as experiências de política e organização de sistemas de inovação em energia elétrica de diversos países do mundo, conforme apresentado no Capítulo 8.

As propostas desenvolvidas também partem do reconhecimento da alta qualidade das avaliações do Programa anteriormente empreendidas¹ e buscam apontar acertadamente na direção de transformações que alcem a inovação no setor elétrico a um novo patamar.

Neste capítulo, realiza-se a organização dos resultados do projeto, estabelecendo um conjunto objetivo e concreto de propostas de avanço, com forte alicerce no referencial de Sistemas de Inovação, que tem norteado a política de inovação de diferentes organizações brasileiras e internacionais (LUNDVALL *et al*, 2011; CASSIOLATO *et al*, 2014; DUTRENIT e SUTZ, 2014; MATOS *et al*, 2017). As propostas se organizam em torno de dois eixos fundamentais: (i) articulações e aprimoramentos no arranjo institucional relacionado à inovação no setor elétrico; e (ii) reorientações na organização, normas e práticas de gestão do Programa de P&D da ANEEL.

¹ Ver IPEA (2011) e CGEE (2015).

9.1. ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL, CONSTRUÇÃO DE UMA VISÃO PROSPECTIVA E PRIORIDADES ESTRATÉGICAS PARA A SOCIEDADE

A análise realizada nos capítulos anteriores mostraram que a atividade de inovação deve ser entendida como constituindo um sistema em que diversas organizações públicas, privadas e da sociedade civil interagem. A forma pela qual estas organizações se articulam é denominada de arranjo institucional.

Para propor aprimoramentos no arranjo institucional vigente no Setor Elétrico Brasileiro, foi necessário avaliar os arranjos institucionais dos setores elétricos de outros países, a partir de dois critérios. Em primeiro lugar, buscou-se relatar a experiência dos países com maior tradição em políticas de inovação. Em segundo lugar, buscou-se analisar países que apostaram na promoção da inovação como forma de alavancar o seu desenvolvimento. Assim, o grupo de países selecionados foi, no que se refere aos países desenvolvidos, Reino Unido, Estados Unidos, Alemanha, Israel, Coreia do Sul e Austrália. No que diz respeito aos países emergentes, foram selecionados China e Índia.

A análise dos arranjos institucionais de outros países levou à conclusão de que, apesar destes apresentarem particularidades de acordo com o contexto em que se inserem, de modo geral, o setor elétrico apresenta indicadores de inovação que não condizem com os desafios impostos pelas atuais necessidades de descarbonização, digitalização e descentralização. Mesmo em países com altas taxas de inovação, como a Alemanha, há forte proporção de aquisição de conhecimento externo e de inovações para apenas melhorar os processos existentes, o que mostra a necessidade de políticas de apoio que possam dinamizar a atividade inovativa no setor.

A maior lição trazida pelas experiências dos países analisados é que o Estado desempenha um papel fundamental para as empresas do setor elétrico, não apenas no que se refere a novas formas de regulação que promovam uma maior concorrência entre empresas, como também na articulação dos agentes envolvidos nas atividades inovadoras e no fomento à inovação. Como demonstrado pela experiência norte-americana, o Estado é essencial para definir missões e apoiar iniciativas, como o *Electric Power Research Institute*, através de compras governamentais e programas focados nas novas tendências tecnológicas.

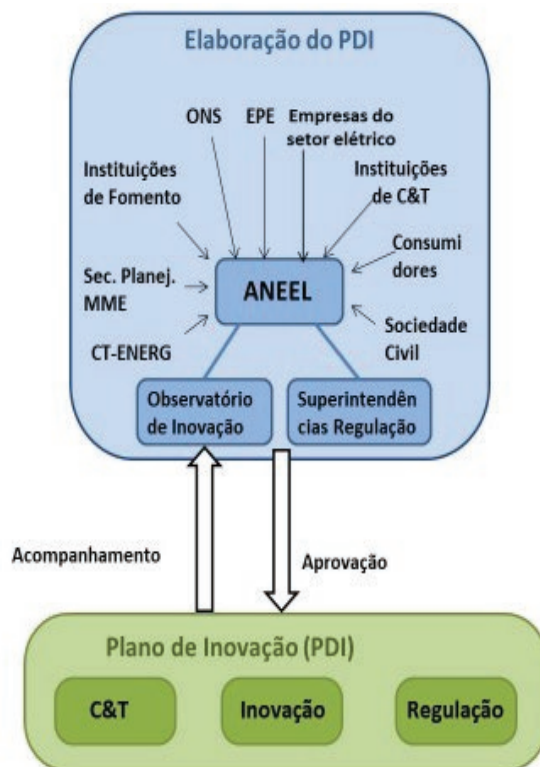
A promoção de empresas inovadoras de pequeno porte pode também ser importante, uma vez que estas possuem a capacidade de ocupar nichos de

mercado e, assim, ajudar as grandes empresas do setor a se inserirem em processos de produção descentralizados.

A produção de energias renováveis e a questão ambiental podem ser elementos estruturantes das políticas de apoio, como vem ocorrendo em diversos países analisados. O exemplo da China mostra que uma política baseada em metas de longo prazo, com objetivos bem definidos que de Estado (e não de governo) estabelecem os pilares para o sucesso da atividade inovadora.

A partir desta reflexão, propõe-se um conjunto limitado de mudanças no arranjo institucional vigente no Brasil, com amplo potencial de elevar o Programa de P&D da ANEEL a outro patamar. A Figura 1, abaixo, traz uma representação estilizada deste arranjo institucional, onde a ANEEL lidera o processo de elaboração do Plano de Inovação do Setor Elétrico, envolvendo diversas organizações. Neste sentido, as subseções seguintes irão detalhar a proposta de funcionamento deste arranjo.

Figura 1: Arranjo institucional de políticas de inovação para o setor elétrico



Fonte: Elaboração própria.

9.1.1 - PLANO DE INOVAÇÃO PARA O SETOR ELÉTRICO

A experiência internacional mostra que o desenho de políticas de inovação para o setor elétrico envolve a articulação de diversos atores. Além das organizações públicas e privadas do setor, as políticas também consideram os interesses da sociedade civil e dos consumidores, que são afetados diretamente pelas inovações. As políticas de inovação são, também, articuladas com as políticas de instituições de crédito e de fomento e contam com a participação de especialistas do setor elétrico, vindos não apenas de empresas, como de instituições de ciência e tecnologia.

Conforme representado na Figura 1, propõe-se, em primeiro lugar, a criação de um Plano de Inovação (PDI) para o Setor Elétrico. Este Plano deverá indicar as ações de inovação a serem promovidas no setor elétrico, buscando articular os interesses dos atores envolvidos. O PDI, mesmo não sendo impositivo, sinalizará as áreas de atuação e os temas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, em um horizonte de cinco anos. Esta visão plurianual poderá orientar, não somente os investimentos a serem priorizados pelo Programa de P&D da ANEEL, mas também os investimentos de outras entidades e outros programas de inovação, associados ao Setor Elétrico Brasileiro. Em outras palavras, sendo o PDI associado a uma política explícita de inovação, ele poderá servir de indicativo para a formulação de políticas implícitas, que irão estimular a consecução dos objetivos traçados no PDI.

Na formulação do PDI, propõe-se a criação (ou o redirecionamento²) de mecanismos de diálogo no âmbito da ANEEL, de forma a garantir uma alta representatividade do setor, contando com a participação de representantes de:

- i. Empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras, através das suas associações de representação/classe;
- ii. Empresas fornecedoras de bens e serviços, através das suas associações de representação/classe;
- iii. Instituições científicas e tecnológicas com atuação no setor;

2 Uma possível via de implementação pode ser redirecionar, de forma estratégica e representativa, o existente Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL), no qual as empresas do setor e de ICTs possuem a oportunidade de divulgar as inovações tecnológicas desenvolvidas no âmbito do Programa de P&D da ANEEL, sendo também um espaço de troca de experiências, através das sessões técnicas e dos painéis com especialistas nacionais e internacionais, que debatem sobre temas para a inovação e a competitividade do Setor Elétrico Brasileiro.

- iv. Órgãos públicos do setor elétrico (Secretaria de Planejamento do MME, ONS, EPE e Superintendências de Regulação da ANEEL);
- v. Órgãos de fomento industrial e de CT&I (BNDES, FINEP, EMBRAPPI, FAPs) e organizações de planejamento e apoio à coordenação de políticas (ABDI, CGEE, etc.);
- vi. Entidades representantes dos consumidores³;
- vii. Representantes da sociedade civil⁴; e
- viii. Observatório de Inovação⁵.

Os mecanismos de diálogo mobilizados para a construção do PDI devem estar orientados à inclusão dos interesses, necessidades e possibilidades de todos os atores envolvidos, buscando a construção coletiva de uma visão de futuro compartilhada do setor (desafios, objetivos, opções e escolhas) e, em função dela, a determinação de “missões” ou prioridades estratégicas. Estas “missões” ou prioridades estratégicas deverão, necessariamente, incluir temas como a agregação de valor percebido por empresas e por consumidores, a demanda futura de energia, o tipo de fornecimento energético, a variabilidade, a confiabilidade e a segurança energética, a sustentabilidade ambiental e as problemáticas socioeconômicas e regionais do setor no Brasil.

Um aspecto importante do PDI é o seu caráter indicativo. Esta característica, quando aplicada ao Programa de P&D da ANEEL, atribui às empresas de energia, que gerenciam os recursos do Programa, a decisão do montante a investir em iniciativas sinalizadas pelo PDI e em outras de interesse próprio. As iniciativas alinhadas ao PDI deverão, necessariamente, ser caracterizadas como programas de inovação, com foco na introdução de efetivas inovações. Já as iniciativas de interesse

3 Estas entidades são fundamentais para representar uma parte da visão e prioridades da sociedade. Questões como a modicidade tarifária ou a qualidade do serviço, por exemplo, se apresentam como nodais para os consumidores.

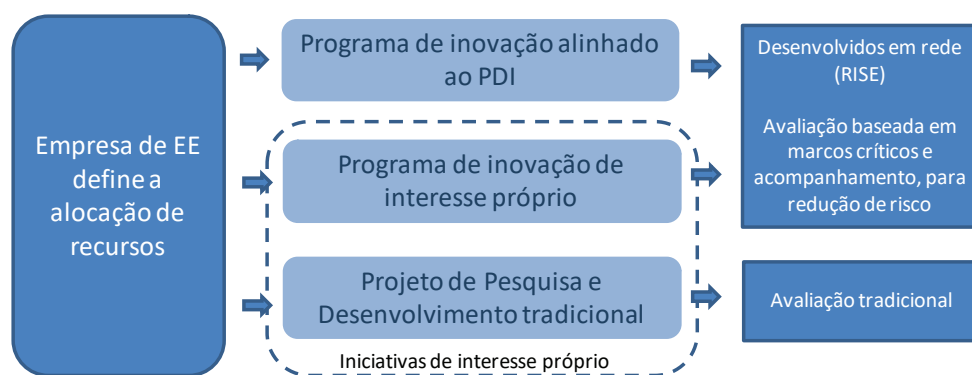
4 É importante envolver a sociedade civil, pois há casos em que existe um impacto direto das inovações implementadas sobre a sociedade, como, por exemplo, impactos sobre o meio ambiente.

5 O Observatório de Inovação deverá ser uma instância subordinada à ANEEL e terá um papel fundamental na medida em que realizará o acompanhamento da implementação e dos impactos da política de inovação no setor elétrico, alinhada ao PDI, fornecendo um contínuo *input* para o aperfeiçoamento desta política, como apresentado na próxima seção.

próprio podem se caracterizar como programas de inovação ou como projetos de pesquisa e desenvolvimento nos moldes tradicionais. Entende-se que a transição para adotar as diretrizes do PDI deverá ser orquestrada por cada empresa, espelhando-o em um plano de inovação da companhia, composto de um misto de ações convergentes e outras de interesse próprio.

O PDI irá orientar a elaboração de projetos de inovação, diferentes dos projetos de P&D tradicionais que buscam adaptar soluções tecnológicas já existentes à realidade brasileira. Conforme apresentado na Figura 2, a seguir, o processo de avaliação dos resultados dos projetos irá variar, mantendo a metodologia atual para os projetos de P&D nos moldes tradicionais e utilizando uma metodologia específica para os projetos de inovação, mesmo que prevendo condições distintas para programas alinhados ao PDI. A razão de se propor dois processos diferentes está associada à maior complexidade e à necessidade de mitigação de riscos dos projetos de inovação.

Figura 2: Caráter indicativo do PDI e posição estratégica da empresa de energia



Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que os estudos de prospecção constituem um insumo fundamental para a construção do PDI, na medida em que fornecem diagnósticos e prognósticos aprofundados sobre os desafios e oportunidades tecnológicos, capacitações e competências tecnológica⁶. Igualmente ou mais importante, é a qualificação, essencialmente política e estratégica, de um mapa de oportunidades e desafios, de forma a estabelecer prioridades. A priorização deve tomar

⁶ Nesta perspectiva, constitui uma importante e atual contribuição o estudo empreendido pelo CGEE, publicado em 2018, que traça um panorama amplo e detalhado do mapa de tecnologias e potenciais tendências.

como mote aquilo que os atores do sistema e a sociedade entendem como relevante, estratégico e preferencial. Assim, as prioridades devem ser formuladas como desafios e macrometas relacionadas.

9.1.2 - OBSERVATÓRIO DE INOVAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

Em segundo lugar, recomenda-se a criação de um Observatório de Inovação sob a gestão da ANEEL e financiado com recursos do seu Programa de P&D. Tal instância foi concebida com a finalidade de contribuir para os dois programas de P&D regulados pela Agência, o Programa de P&D e o Programa de Eficiência Energética, assim como para o Plano de Inovação. Portanto, o Observatório de Inovação deve atuar em três grandes frentes, apresentadas a seguir.

Destaca-se que esta instância deve possuir um corpo de profissionais com capacidade para monitorar, em níveis nacional e internacional, as competências e tendências tecnológicas relevantes para o Setor Elétrico Brasileiro. Especialistas deste tipo possuem um papel importante para a inovação no setor elétrico de países como Reino Unido, Israel e Índia. No caso brasileiro, entende-se que agrupar estes especialistas em um Observatório traz vantagens para a definição de políticas. De grande importância para subsidiar o processo de inovação, o Observatório de Inovação deve identificar conteúdos estratégicos situados na fronteira do conhecimento e monitorar grupos de pesquisas com expertise em áreas consideradas prioritárias, assim como outros *players* com potencial para participar de esforços conjuntos de inovação (empresas fornecedoras, *startups*, etc.).

O Observatório de Inovação deve também estabelecer contato com e entre diferentes atores, com vistas a contribuir para o processo de inovação. Por um lado, a instância deve construir um canal de comunicação entre a ANEEL e os demais agentes de inovação. Neste sentido, o canal contribuiria para o diálogo entre a Agência e as entidades executoras de seus programas de P&D e para o diálogo entre ela e as demais organizações de fomento à inovação. A ANEEL, enquanto importante instância articuladora da agenda estratégica do setor elétrico e enquanto representante das demandas das referidas entidades executoras, seria em grande medida beneficiada com a construção deste canal de comunicação.

Por outro lado, o Observatório de Inovação deve subsidiar e intermediar o processo de formação de redes de inovação, com a finalidade de promover inovações em áreas consideradas prioritárias. Assim, a partir da identificação de grupos de pesquisa e de outros *players* com expertises e atribuições complementares a proje-

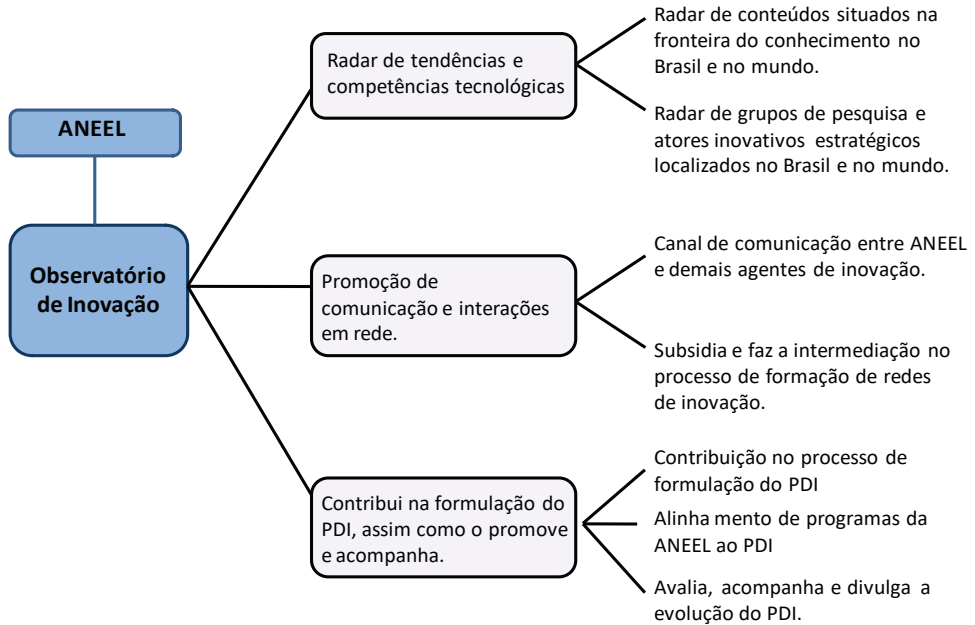
tos estratégicos, o Observatório deve contribuir para a formação de redes de inovação e atuar como uma instância intermediária deste processo.

Sob esta perspectiva, destaca-se a detalhada proposta realizada pelo CGEE em seu estudo de avaliação do Programa de P&D, publicado em 2015. A Proposta Estruturante 3 do estudo trata justamente de uma *“rede de conhecimento para superar barreiras em projetos de PDEI do setor elétrico”*. Neste sentido, é amplamente oportuno considerar os detalhamentos propositivos realizados pela instituição para consolidar o que aqui se trata como uma das três frentes de atuação do Observatório de Inovação.

Finalmente, o Observatório de Inovação deve contribuir para a formulação do Plano de Inovação de acordo com as diretrizes estratégicas fornecidas pelo Conselho de Inovação do Setor Elétrico (CISE), assim como promovê-lo e acompanhá-lo. As funções a serem desempenhadas pelo Observatório, mencionadas acima, conferem a esta instância um conhecimento privilegiado sobre atores e conteúdos estratégicos para o setor elétrico. Assim, o Observatório deve contribuir ativamente para a formulação do plano de desenvolvimento de áreas consideradas prioritárias pelo CISE. Além disso, o Observatório deve alinhar a estrutura de incentivo e avaliação dos Programas de P&D da ANEEL às diretrizes do PDI, como forma de promovê-lo. Por fim, o Observatório deve avaliar, acompanhar e divulgar a evolução do PDI segundo os indicadores escolhidos pelo CISE.

A importância do Observatório fica ainda mais clara quando se considera a Figura 1, acima, que resume a proposta de arranjo institucional. A respectiva figura apresenta o Plano de Inovação enquanto política aglutinadora e articuladora, em nível operacional de programas e projetos, de iniciativas relacionadas à ciência e tecnologia, inovação e regulação. Destaca-se que o PDI também considera a dimensão da política implícita de inovação associada à regulação do setor elétrico, tendo em vista os fundamentais impactos que esta exerce sobre a estrutura de incentivos mais ampla. Em última instância, esta estrutura de incentivos ampla determina, condiciona e baliza as estratégias produtivas e inovativas adotadas pelos atores econômicos. Nesta perspectiva, o acompanhamento e a promoção de contínuo diálogo com diversas organizações é fundamental para lograr uma efetiva convergência e reforço mútuo das três frentes da política.

Figura 3: Funções do Observatório de Inovação



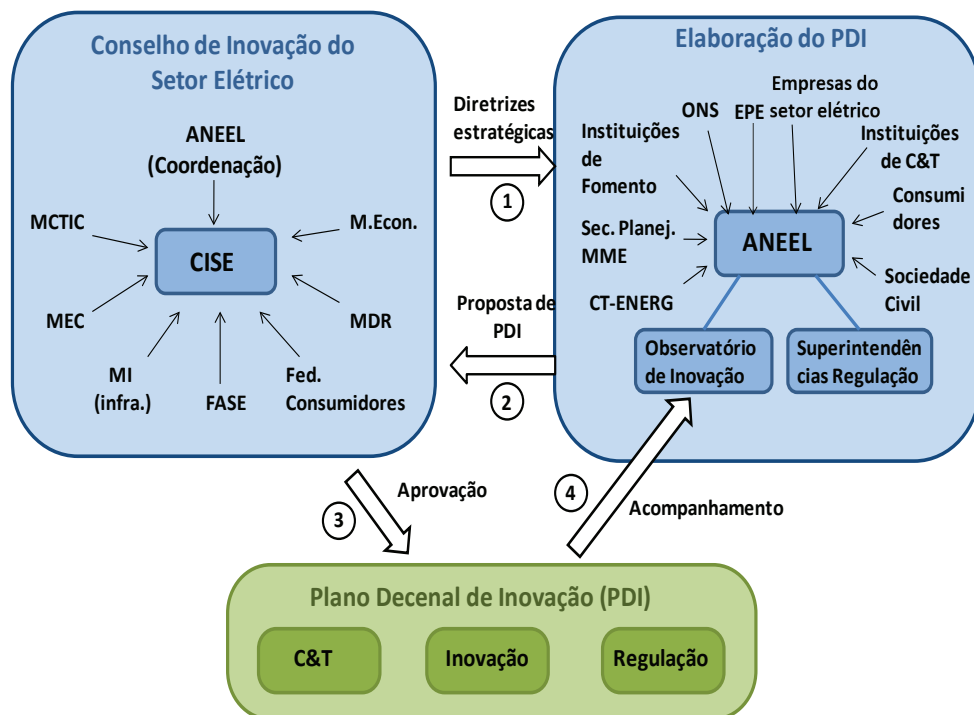
Fonte: Elaboração própria.

9.1.3 - CONSELHO DE INOVAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

Em terceiro lugar, e estreitamente articulada à primeira proposta, encontra-se a proposta de criação de um Conselho de Inovação do Setor Elétrico (CISE) a médio prazo. O que se propõe aqui é que, uma vez disseminada uma cultura de inovação entre os atores do Setor Elétrico Brasileiro, haja a incorporação de outras esferas de governo na definição do PDI, de modo que este não mais sirva de indicativo e sim articule efetivamente as políticas implícitas e explícitas de inovação no setor.

O CISE deverá estabelecer as diretrizes estratégicas, alinhadas à política e à estratégia nacional de desenvolvimento, e, após a redação da proposta de PDI, aprovar o mesmo, como mostrado pela Figura 4.

Figura 4: Arranjo institucional de políticas de inovação para o setor elétrico a médio prazo



Fonte: Elaboração própria.

O CISE, coordenado pela ANEEL, se posiciona, portanto, em um nível político de alta hierarquia, com a capacidade de promover uma interface com os demais ministérios e o alinhamento com as diretrizes gerais das políticas econômica, industrial e de CT&I do país. O Conselho deverá ter ampla participação de atores, avisando a definição de uma agenda de CT&I mais alinhada aos interesses e às necessidades do setor.

Neste sentido, à ANEEL se somam representantes dos Ministérios da Economia, de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, da Educação, do Desenvolvimento Regional e da Infraestrutura, de federações de consumidores e da Federação de Associações do Setor Elétrico. Ademais, a estes podem se somar, enquanto convidados, organizações de fomento (FINEP, BNDES, EMBRAPPII), órgãos convidados, tais como as organizações do Sistema Indústria, a CNI, o Senai e o Sebrae, representantes de entidades do setor elétrico e de instituições de ciência e tecnologia e entidades representativas dos consumidores.

O PDI e o CISE, pela sua articulação, deverão formular um conjunto de diretrizes no sentido de viabilizar a realização das metas estabelecidas no Plano. Assim, a articulação institucional do Conselho deverá ser realizada da seguinte forma:

- i. No âmbito das políticas explícitas de fomento, com a formulação de missões, metas quantitativas e temporais, indicadores, métricas de avaliação e entidades responsáveis pela sua implementação. As políticas explícitas deverão ser adotadas por várias entidades de dentro e de fora do setor; e
- ii. No âmbito das políticas implícitas, estabelecendo um sistema que induza o mercado e os modelos de negócio sustentáveis à promoção da inovação no setor elétrico nacional, utilizando mecanismos como a regulação setorial.

9.1.4 - DIRETRIZES PARA O ALINHAMENTO COM O MARCO REGULATÓRIO DO SETOR ELÉTRICO

Conforme detalhado nos capítulos anteriores, a abordagem para a formulação de um sistema de inovação considera que o desempenho inovativo de um país não depende apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também da forma como estes elementos do sistema interagem e de como as instituições, inclusive as políticas, afetam o seu desenvolvimento. Observa-se, igualmente, que os instrumentos de política de apoio à infraestrutura científica e tecnológica e ao financiamento às atividades de P&D não são suficientes para levar ao desenvolvimento da capacidade inovativa de um país.

A articulação entre as políticas explícitas e as políticas implícitas, tais como políticas macroeconômicas, regulatórias e de compras públicas, possui o potencial para gerar impacto sistêmico sobre os processos de inovação. Neste sentido, as características específicas de sistemas regulatórios condicionam e determinam decisões microeconômicas que formam padrões de investimentos.

A atribuição de elaborar indicativos para promover a articulação das políticas implícitas e explícitas será uma das principais atividades do CISE. Neste contexto, destacam-se a elaboração de indicativos de ajustes na regulação do setor elétrico e de ações para serem incorporadas em programas de inovação e financiamento de outros ministérios, que possam trazer benefícios ao setor.

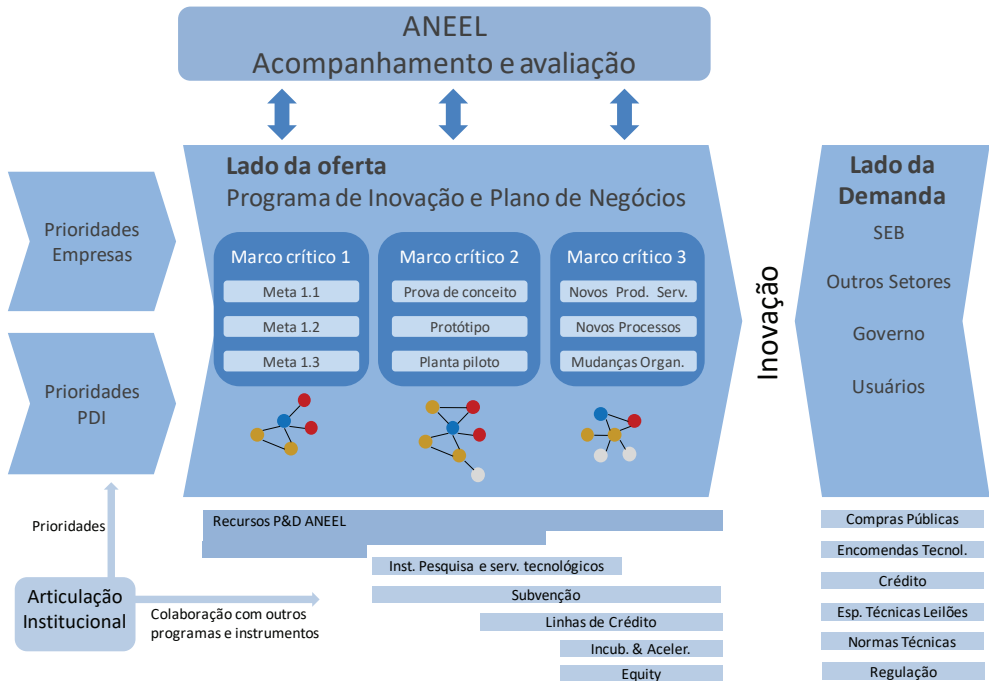
9.2. MUDANÇAS NO ESCOPO DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL

O conjunto de propostas apresentado neste item tem como referência central a visão de que o Programa de P&D deve contribuir para a introdução de efetivas inovações percebidas pela sociedade, sendo alinhado às prioridades do Plano de Inovação. A Figura 5, abaixo, resume os principais elementos conceituais presentes neste conjunto de propostas. No centro da figura, cabe destacar a perspectiva de que o foco deve se direcionar ao “Programa de Inovação da empresa”, a ser estruturado em torno de “Marcos Críticos” de evolução, alinhados a um “Plano de Negócios”. Também na parte central, são apresentadas representações estilizadas da rede de empresas e instituições, demonstrando que estas podem e devem se reestruturar ao longo de um programa de inovação.

Na parte superior, é explicitado que o “Acompanhamento e Avaliação” da ANEEL pode tomar como referência a evolução ao longo dos marcos críticos. Do lado esquerdo, é apresentado que as companhias podem seguir “Prioridades da Empresa”, mas também podem ser estimuladas a seguir “Prioridades do PDI”, como discutido acima. Do lado direito, é apontado que o Programa de P&D pode ajudar a estimular o lado da demanda por novos produtos, processos e modelos organizacionais gerados no próprio, de forma a contribuir para que efetivamente se tornem inovações introduzidas em mercado e na sociedade. Por fim, na parte inferior, é explicitado como o Programa pode ser articulado e complementado com diversos programas e instrumentos de fomento à inovação, tanto pelo lado da oferta, quanto da demanda.

O restante deste item se dedica exatamente a apresentar estes elementos propositivos, fornecendo o necessário detalhamento.

Figura 5: Visão esquemática do Programa de P&D orientado para a inovação e articulado com as demais políticas de inovação



Fonte: Elaboração própria.

9.2.1 - MUDANÇA NO CONCEITO E ESCOPO DE INOVAÇÃO

Como pano de fundo fundamental para os demais ajustes propostos está a necessidade de se empreender uma mudança explícita no entendimento de inovação. É notório o amadurecimento da ANEEL com relação a uma visão ampla da inovação, contudo isto ainda não está consolidado nos documentos que orientam o Programa e, também, não se traduziram integralmente nas práticas adotadas. Uma sinalização explícita, neste sentido, pode contribuir substancialmente para reduzir as incertezas inerentes à priorização de temas e ao desenvolvimento das iniciativas.

Portanto, é oportuno que o Programa incorpore explicitamente, em seus documentos, o reconhecimento da importância de um leque diversificado de inovações, incluindo aspectos regulatórios, organizacionais, de marketing e de modelos de negócio, superando de forma clara o foco exclusivo em inovação tecnológica. Isto

segue a visão ampla proposta no Manual de Oslo (OCDE, 2006), documento de referência no escopo da OCDE para nortear pesquisas e políticas de inovação.

Ademais, é importante que se reveja a definição presente no PROP&D, para que se alinhe com o exposto na Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004, em sua redação dada pela Lei nº 13.243/2016). Em seu artigo 2º, a lei define inovação como a *“introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho”*. Deve-se destacar a *“introdução (...) no ambiente produtivo ou social”, “agregação de novas funcionalidades”* e *“melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho”*. Neste sentido, a definição presente nos documentos do Programa deve superar o foco em processos de pesquisa básica ou aplicada e desenvolvimento experimental ou protótipos, sem que seja necessária a efetiva introdução em mercado.

A Figura 5, acima, reforça este entendimento ao explicitar que a inovação ocorre no momento em que efetivamente se inserem, no ambiente de mercado, os novos produtos e serviços ou quando a empresa efetivamente adota novos processos, modelos organizacionais e práticas de marketing. Desta forma, apresenta-se, na figura, a interface do “lado da oferta”, ou seja, os esforços de empresas para desenvolverem e introduzirem novidades, com o “lado da demanda”, representado por empresas do próprio setor elétrico enquanto usuários, empresas de outros setores, o próprio governo e os usuários dos serviços de fornecimento de energia elétrica, tanto individuais, quanto industriais.

Conforme já presente na proposta do estudo publicado pelo CGEE, em 2015, é, de fato, oportuno que se incorpore explicitamente a sigla para inovação ao nome do Programa, denominando-o de “Programa de PD&I da ANEEL”.

Esta expansão do conceito de inovação implica em repensar a lógica atual, explicitando, inclusive, que a definição de fases previstas no Manual de P&D da ANEEL, como pesquisa básica dirigida, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, cabeça de série, lote pioneiro ou inserção no mercado, pode ser revista. O enquadramento dos projetos em uma única “fase da cadeia de inovação” gera um estímulo contrário ao objetivo de efetiva introdução de inovações. Conforme detalhado no próximo item, propõe-se uma alteração do escopo de enquadramento e de acompanhamento e da avaliação das atividades inovativas.

9.2.2 - INOVAÇÃO COMO EIXO ESTRATÉGICO DAS EMPRESAS

Seguindo o proposto no item anterior, é oportuno que a unidade de investimento e de avaliação deixe de ser um Projeto de P&D associado a uma (ou algumas) das seis etapas da “cadeia de inovação”. Neste sentido, a unidade de análise deve passar a ser o Programa de Inovação associado a um Plano de Negócios, o qual deve explicitar os desafios e oportunidades que se busca explorar e as inovações que se objetiva alcançar.

Esta lógica é evidenciada na parte central da Figura 5, apresentada acima. O Plano de Inovação, associado ao Plano de Negócios, deve passar a constituir o objeto principal do Programa de P&D da ANEEL, o qual poderia, oportunamente, ser chamado de Programa de PD&I da ANEEL, conforme sugerido acima. A figura explicita também (do lado esquerdo) que os programas de inovação podem ser estruturados a partir de duas lógicas de priorização. Deste modo, acompanhando ao proposto na Seção 1.1, as empresas podem priorizar temas de seu interesse particular, as “prioridades da empresa”, ou podem priorizar esforços alinhados às diretrizes e metas estabelecidas de Plano de Inovação, as “prioridades PDI”, definido a partir das articulações institucionais discutidas na seção anterior. Destaca-se que os programas de inovação devem estar associados ao planejamento estratégico de médio a longo prazo da empresa, o qual deve ser pactuado pela alta gerência enquanto diretriz de desenvolvimento.

A Figura 5 também apresenta que os programas de inovação devem ser organizados em torno de um número limitado de marcos críticos, ou seja, objetivos intermediários e necessários para que se avance a efetiva introdução de inovações. No Marco Crítico final, devem figurar os novos produtos, serviços, processos e modelos organizacionais que, efetivamente, se busca introduzir no mercado e na sociedade.

9.2.3 - REDES FLEXÍVEIS E ABRANGENTES DE INOVAÇÃO

Nota-se que flexibilidades no escopo do Programa de P&D da ANEEL devem possibilitar e incentivar a formação de redes abrangentes e flexíveis de inovação. Neste sentido, deve ser facilitado que as redes se reestruturem ao longo da execução dos planos de inovação e que, eventualmente, empresas (e.g. fornecedores e prestadores de serviços especializados) assumam a centralidade nas etapas de introdução de inovações em mercado, explorando-as comercialmente. Dentre as flexibilidades, destacam-se:

- i. Maior liberdade para a alocação de recursos e destinação para diferentes rubricas, de acordo com prioridades em cada etapa;
- ii. Aceitação explícita de que novos parceiros se somem às iniciativas ao longo de seu desenvolvimento e outros saiam;
- iii. Flexibilidade para livre negociação e renegociação de direitos de propriedade intelectual; e
- iv. Reconhecimento de gastos com atividades de mobilização de *startups*.

A Figura 5, acima, apresenta uma visão estilizada de redes que podem se alterar na medida em que sejam desenvolvidos os programas de inovação. Na parte central da figura, é apontado um esquema de rede associada ao Marco Crítico 1 do projeto. Justamente a conclusão das atividades previstas neste marco podem suscitar e revelar a necessidade ou oportunidade de mobilizar novos parceiros, ampliando a rede, conforme a segunda representação esquemática, no que diz respeito ao Marco Crítico 2. Por fim, uma terceira representação de rede, referente ao Marco Crítico 3, aventa a possibilidade de a empresa central nesta fase não ser mais a concessionária (representada em azul na figura), mas sim um fornecedor ou prestador de serviços tecnológicos, por exemplo. Estes outros atores podem assumir o protagonismo para a efetiva introdução das inovações no mercado e sua exploração comercial.

Destaca-se o esforço recente de criação da figura de “rede de inovação” no escopo das chamadas estratégicas da ANEEL, como, por exemplo, a experiência da Rede de Inovação do Setor Elétrico (RISE) em mobilidade elétrica. Projetos espontâneos que se estruturam como rede de inovação, nos moldes da Chamada Estratégica nº 22/2018, podem ser avaliados de forma diferenciada, com uma maior pontuação para critérios de relevância, por exemplo. Outras chamadas públicas envolvendo redes de inovação podem ser um instrumento relevante de disseminação de uma cultura de inovação no Setor Elétrico Brasileiro.

9.3. ARTICULAÇÃO COM OUTRAS INSTITUIÇÕES E PROGRAMAS

Conforme apresentado na parte inferior da Figura 5, a articulação institucional discutida na Seção 1 contribui não só para delinear prioridades estratégicas do PDI, mas também para identificar oportunidades e promover a efetiva articulação de

programas e instrumentos operados por diferentes instituições. Ou seja, além dos desdobramentos da articulação institucional para a esfera estratégica, é oportuno explorar os desdobramentos para a esfera operacional das políticas.

A Figura 5 explicita que os recursos específicos do Programa de P&D da ANEEL podem ser mobilizados ao longo de todo o Programa de Inovação da empresa. Contudo, os recursos não reembolsáveis, como os do Programa, são especialmente relevantes nas fases de maior incerteza quanto os resultados dos esforços inovativos e para os esforços de mobilização de redes e competências no sistema de inovação. Complementarmente, a fase conhecida usualmente como “vale da morte da inovação”, de prototipagem, escalonamento e testes pré-comerciais, requer o apoio pela via de acesso a competências, laboratórios e instalações de teste. Já as fases de efetiva exploração comercial podem contar com linhas de crédito e instrumentos típicos de pequenas empresas inovadoras (nos casos de parceiros de pequeno porte levarem adiante os esforços), como mentorias, incubação, aceleração e capitais de risco.

Ademais, em uma perspectiva sistêmica da inovação e reconhecendo o maior grau de êxito das políticas que atuaram simultaneamente sobre o lado da oferta e da demanda por inovações, devem ser contemplados, também, instrumentos de estímulo à demanda por inovações derivadas do Programa. Neste sentido, destacam-se os seguintes mecanismos:

- i. Encomendas tecnológicas e compras públicas, contribuindo para a redução do risco de mercado relacionado à efetiva adoção das inovações. Estes mecanismos devem ser alinhados e desenhados de forma a favorecer os esforços convergentes com as prioridades da sociedade (detalhadas na próxima seção);
- ii. Especificações técnicas em leilões que impliquem em efetivos esforços de inovação e ganhos de eficiência;
- iii. Certificação (selo P&D ANEEL) para inovações derivadas do Programa, associado a condições especiais de aquisição das tecnologias e de participação em compras públicas;
- iv. Arranjos de garantia de compra entre as empresas do setor elétrico envolvidas em uma iniciativa e as empresas que efetivamente introduzem as inovações no mercado, de forma a dar fôlego e escala à exploração da inovação. Estes esquemas podem ser apoiados através de linhas de crédito

subsidiado ou através da permissão para que a empresa do setor elétrico direcione parcela de recursos de P&D para este fim; e

- v. Crédito e incentivos fiscais, em condições diferenciadas, para a aquisição de resultados do Programa.

O reconhecimento do processo inovativo como sendo interativo e sistêmico, envolvendo um grupo variado de atores com competências distintas, indica a necessidade de se promover a articulação do Programa de P&D com outras políticas de fomento do setor elétrico e da inovação no setor industrial, de modo a permitir a combinação de diferentes instrumentos de apoio e fomento para os diversos atores, atividades e fases do processo de inovação.

Iniciativas amplas, baseadas em redes flexíveis, com a mobilização de parceiros com perfis diversos para diferentes atividades e fases e com um foco estratégico orientado para a efetiva introdução de inovações no setor, precisam estar apoiadas na complementaridade com instrumentos de outras organizações de fomento.

Assim, propõe-se a criação de mecanismos de coordenação do *timing* de lançamento dos editais das chamadas estratégicas da ANEEL com os editais de programas de outros órgãos, como o BNDES e a FINEP. Em uma linha mais avançada, sugere-se uma reedição do lançamento de editais conjuntos com estes órgãos e com outros que tenham sido identificados como relevantes.

Neste sentido, propõe-se a coordenação do Programa de P&D com três tipos de políticas públicas com alta capacidade de complementaridade com o mesmo:

- i. Políticas de estímulo da demanda (política de compras públicas⁷ ou descontos em impostos e taxas⁸, dentre outras);
- ii. Inovações da regulação, conforme apontado na Seção 1.4 (desenho dos leilões⁹, exigências técnicas nos diferentes segmentos¹⁰, dentre outras); e

7 Compra de veículos híbridos e elétricos para o setor público, por exemplo.

8 Descontos no Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) para proprietários de veículos híbridos e elétricos, por exemplo.

9 Leilões específicos para energias renováveis, como solar e eólica, por exemplo.

10 Medidores inteligentes no setor da distribuição, por exemplo.

iii. Apoio à capacitação industrial¹¹.

Sugere-se, também, a articulação do Programa com institutos de pesquisa e serviços tecnológicos, tais como as unidades credenciadas pela EMBRAPPI e os institutos SENAI de Inovação e Tecnologia, visando a potencial contribuição destas instituições na realização de parcerias em rede que envolvam fornecedores de bens e serviços de um lado e a pesquisa básica do outro.

Seguindo com as vinculações com órgãos e programas que potencializariam o Programa de P&D da ANEEL, propõe-se a articulação com o programa “CAPES/Inmetro”, que visa ampliar a Rede de Laboratórios Associados do Inmetro para Inovação e Competitividade (RELAI). O programa, por indiretamente promover interações de aprendizado com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), órgão pelo qual passa a aprovação de todos os produtos comercializados no Brasil, possui a potencialidade de contribuir para o desenvolvimento de inovações que estejam dentro das regulamentações necessárias para atingir a etapa comercial. A instrumentação desta articulação pode ser feita por meio da celebração de um convênio de cooperação institucional com a CAPES/Inmetro e a adição de valor nos critérios de avaliação dos projetos da participação de laboratórios ligados a este programa.

A capacitação de recursos humanos exerce um papel crucial na promoção de processos de inovação. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que contribui para a expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu*, e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que contribui para a formação de recursos humanos no campo de pesquisa científica e tecnológica, constituem peças-chave do sistema de formação de capacitações inovativas no país.

A coordenação dos Programas de P&D da ANEEL pode se inspirar em programas de desenvolvimento de capacitações como o Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAEE) do CNPq. Este programa, destinado à inserção de mestres e doutores em empresas privadas, oferece um conjunto de modalidades de bolsas (e.g., bolsas de “Fixação e Capacitação de Recursos Humanos” e de “Desenvolvimento Tecnológico e Industrial”) especialmente criadas para agregar pessoal altamente qualificado em atividades de P&D nas empresas, além

¹¹ Que ajudem a tornar as empresas dos respectivos segmentos industriais mais aptas a montar e exercer esforços inovadores relacionados aos produtos necessários, criando oferta para o mercado relacionado.

de formar e capacitar recursos humanos que atuem em projetos de pesquisa aplicada ou de desenvolvimento tecnológico. Programas deste tipo possuem potencial para gerar conhecimento com aplicação mais prática e, assim, eliminar o abismo usualmente existente entre a pesquisa científica e tecnológica e a fabricação bem-sucedida de produtos industriais. Programas deste tipo contribuem, ainda, para a definição de estratégias de inovação mais disruptivas.

Ademais, de forma a promover a formação de capacitações estratégicas, recomenda-se a coordenação, por parte da ANEEL, de um programa nos moldes do Programa de Formação de Recursos Humanos¹² (PRH-ANP), coordenado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Para enfrentar os problemas relacionados à concessão de direitos de propriedade intelectual levantados ao longo do presente estudo, propõe-se a inclusão, nas regras do Programa da ANEEL, da possibilidade de as empresas se beneficiarem do Programa MEC/MDIC/MCT. Este programa visa dinamizar a obtenção de direitos de propriedade industrial e intelectual pelas ICTs e pelas empresas nacionais, mediante a concessão de incentivos fiscais a projetos de pesquisa científica e tecnológica e de inovação, reduzindo as incertezas acerca da apropriação de seus resultados.

Destaca-se que, mesmo que estes três últimos programas mencionados não tenham tido editais recentes, é importante que a ANEEL estabeleça relações com os respectivos órgãos, tanto pelo possível lançamento de novos editais ou programas com características similares, quanto pelo aproveitamento das potenciais colaborações que existem entre o escopo de atuação de tais órgãos e o Programa de PD&I da ANEEL.

Complementando o quadro apresentado, deve-se destacar a importância de um eficiente Sistema de Informação que difunda os detalhes sobre os programas e planos de inovação das empresas e o avanço das iniciativas ao longo de marcos críticos. Sob esta perspectiva, é sublinhada, mais uma vez, a relevância estratégica de uma instância como o Observatório de Inovação do Setor Elétrico.

12 Os recursos que financiam o PRH-ANP são provenientes das empresas do setor petrolífero e resultantes da obrigação de investimento da cláusula de PD&I. Neste programa, a ANP é responsável pela chamada pública e pela elaboração das ênfases (linhas de estudo que serão desenvolvidas na formação dos profissionais do setor). As instituições de ensino, selecionadas por edital público, são responsáveis pela efetiva execução do programa, selecionando os bolsistas e recebendo os recursos do gestor financeiro do programa, a Finep.

9.4. IMPLICAÇÕES PARA ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DA ANEEL

9.4.1 - AVALIAÇÃO DOS PROJETOS

Conforme apontado na Seção 1, recomenda-se que as iniciativas caracterizadas como programas de inovação, associadas a planos de negócio, com o efetivo objetivo de introduzir inovações, sejam avaliados/pontuados de forma diferenciada. Em vez de relatórios, típicos de projetos de pesquisa, são os marcos críticos que devem constituir o foco da avaliação. Ademais, apreciações simplificadas devem ser realizadas ao longo do projeto, de modo a verificar o avanço ao longo dos marcos críticos e informar o regulador de avanços e entraves, bem como da necessidade de ajustes de foco e da reestruturação de redes de parceiros.

De forma objetiva, propõe-se que a avaliação destes programas deve contemplar duas dimensões:

- i. Quantitativa/Objetiva: uso razoável dos recursos, não amarrado a um orçamento rígido pré-definido; e
- ii. Qualitativa/Subjetiva: superação do foco rígido na entrega de produtos (relatórios) pré-definidos. O foco deve ser no esforço realizado para se avançar ao longo dos marcos críticos, buscando lograr a introdução de inovações, considerando a pertinência de resultados não previstos e, até mesmo, insucessos (alinhado à lógica de como a alta gerência de uma empresa privada avalia os esforços inovativos realizados pela companhia). Portanto, o sucesso na efetiva introdução de inovações deve ser premiado ao invés de ser penalizado o insucesso, nos casos em que os esforços foram condizentes com os objetivos, mesmo que imprevistos tecnológicos, mercadológicos ou estratégicos tenham impedido o avanço.

A avaliação qualitativa pode ser auxiliada pela criação de um sistema de avaliação e pontuação específico para cada programa de inovação, estabelecendo as dimensões e ponderações para cada caso em particular. Este mecanismo de pontuação pode tomar como referência aqueles adotados por programas estratégicos no *Horizon 2020*, política de inovação da União Europeia. Os critérios se organizam em torno dos seguintes eixos:

- i. Excelência: robustez do conceito proposto em relação aos tópicos incluídos nos programas de trabalho relacionados. Os projetos bem sucedidos precisam ser sólidos, racionais, ambiciosos e com forte potencial de inovação que supere o estado da arte, com novos conceitos e abordagens;
- ii. Impacto: os critérios sob este item estão relacionados à medida em que o projeto pode ter resultados valiosos a nível nacional ou internacional. O impacto é avaliado de acordo com a capacidade inovadora do projeto e a integração de novos conhecimentos que promovam o crescimento das empresas. Além disso, a divulgação e a exploração dos resultados do projeto, incluindo a comunicação e a gestão dos direitos de propriedade intelectual, estão entre os critérios; e
- iii. Qualidade e a eficiência da implementação: dizem respeito à coerência e à eficácia dos planos de trabalho. Estes aspectos são considerados como a adequada alocação de recursos para as tarefas previstas nos marcos críticos dos projetos e a relevância de seus participantes.

Por fim, é importante salientar que boas rotinas de avaliação compreendem o direcionamento de uma fração relevante (mesmo que minoritária) dos recursos mobilizados pelo Programa para envolver times de avaliadores especialistas nos campos tecnológico, mercadológico e de gestão da inovação (em vez de avaliadores acadêmicos), com a capacidade de fornecer um eficaz aconselhamento de como ajustar e melhor avançar em iniciativas que objetivam a efetiva inovação e o crescimento das firmas inovadoras. Neste sentido, a avaliação inicial pode ter um caráter de aconselhamento indicativo e as avaliações intermediárias um papel de auxílio na superação de obstáculos e ajustes de rumo. Na medida em que se acumule massa crítica no escopo do Observatório de Inovação, proposto acima, *feedbacks* intermediários podem ser aportados às empresas, contemplando oportunidades tecnológicas e propostas de articulação com outros atores, dadas as competências mapeadas e iniciativas similares em curso.

9.4.2 - PARA ALÉM DOS PROJETOS, UM ACOMPANHAMENTO NA ESFERA DA FIRMA E DO SISTEMA DE INOVAÇÃO

Nesta subseção, propõe-se uma sistemática de construção e análise de indicadores sistêmicos de inovação, a partir do levantamento das iniciativas das empresas

voltadas para a identificação de temas de inovação, atividades inovativas, esforços de aprendizado, introdução de inovação e incorporação de resultados, bem como das estruturas de gestão estratégica da inovação. Através destes indicadores, é possível avaliar, por exemplo, o processo de internalização dos resultados alcançados nos projetos pelas empresas e identificar possíveis entraves e o potencial de geração de valor agregado.

Estes indicadores têm como foco, não projetos específicos, mas sim a empresa como um todo. Partem do entendimento de que o locus de acumulação de conhecimentos e competências está no nível da firma. Mesmo que diversos departamentos e equipes mobilizem iniciativas distintas e projetos específicos, dentre eles os projetos de P&D, a empresa como um todo constitui a mais importante base de competências. Certamente, quanto mais eficientes forem os mecanismos internos de circulação de informação, mais as experiências parciais serão apropriadas pelo coletivo e consolidadas em rotinas. Contudo, mesmo que as competências sejam apenas parcialmente difundidas dentro da organização, é a empresa como um todo que constitui a unidade decisória e de atuação estratégica frente aos diferentes cenários externos.

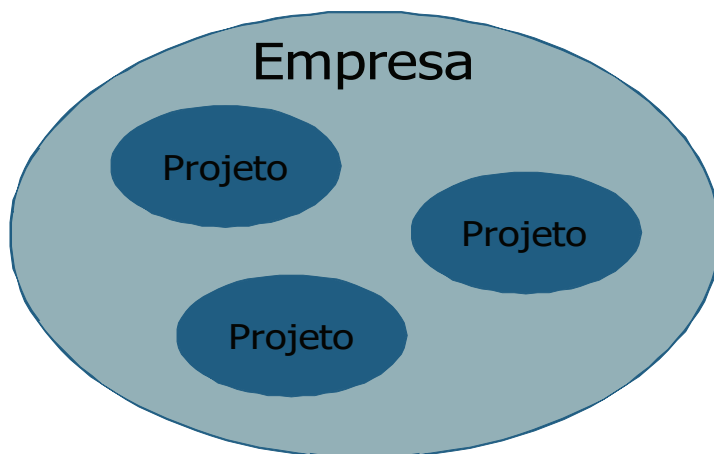
Destaca-se que a articulação de competências técnicas e relacionais das áreas finalísticas e da área de P&D, com as competências gerenciais, com as competências em marketing e relacionamento com cliente e com as competências relacionadas ao marco institucional e regulatório, permitirá à empresa identificar oportunidades, traçar estratégias, mobilizar esforços e exitosamente aproveitá-las através de inovações em produtos, serviços, processos e modelos organizacionais.

A avaliação empreendida pela ANEEL, a qual se circunscreve a cada projeto isoladamente, possui pertinência, sobretudo no que se refere ao uso eficiente de recursos públicos. Contudo, tal metodologia de avaliação ignora o fato de que não há linearidade entre *inputs* e *outputs* do esforço inovativo. Projetos inteiros podem, eventualmente, gerar poucos resultados relevantes, seja porque não se logrou responder às perguntas de pesquisa, em perspectiva mais científica, seja porque não se gerou resultados comercialmente aproveitáveis. Porém, estes mesmos projetos podem gerar importantes aprendizados que serão aproveitados em momentos futuros, em outros projetos de P&D ou, de forma menos direta, para balizar escolhas estratégicas da empresa. Além disso, os projetos de P&D realizados no escopo do Programa constituem apenas parte do esforço inovativo da empresa.

Cada projeto de P&D constitui parte de um processo mais amplo de construção de competências que tem na empresa uma importante unidade de referência. Isto significa que a avaliação do Programa precisa considerar também os desdobramentos dos projetos que transcendem o seu escopo e avaliar em que medida

o conjunto de esforços está contribuído para a construção de competências da empresa como um todo.

Figura 6: Projetos como parte do processo de construção de competências da empresa



Fonte: Elaboração própria.

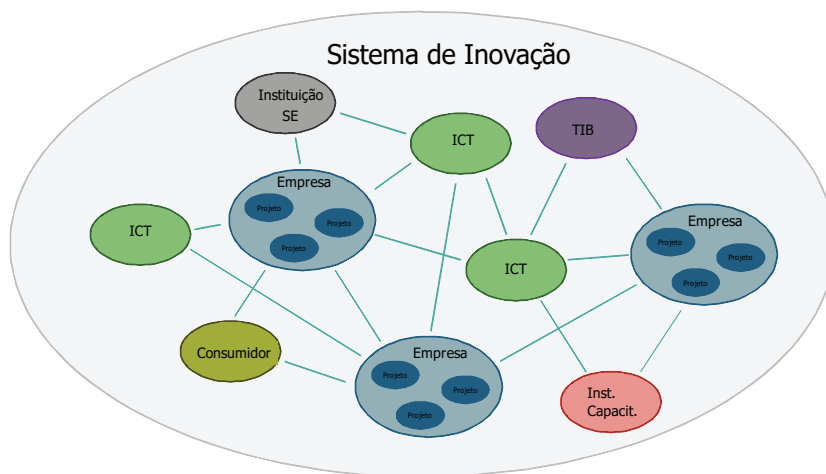
Adicionalmente, é preciso considerar a perspectiva sistêmica e social (interativa) do processo inovativo. Os esforços inovativos ocorrem através da interação, articulação e parceria com diferentes atores do sistema de inovação, os quais possuem competências distintas e, eventualmente, complementares.

Isto se soma ao fato de o Programa reconhecer explicitamente o consumidor como o seu “patrocinador”. Assim, os impactos relevantes e percebidos devem ser aqueles que beneficiam o consumidor, mesmo que não sejam apropriados pela empresa que liderou o projeto.

Estes dois argumentos explicitam a importância de considerar, em uma ampliação do escopo de avaliação do Programa de P&D da ANEEL, o conjunto dos atores que conformam o sistema de inovação do setor elétrico. Ou seja, considerar, ao longo do tempo e de forma cumulativa, como as iniciativas derivadas de diversos projetos contribuem para a construção de competências no nível do sistema de inovação, impactando, também, diversos atores externos.

Isto fica evidente na Figura 7, abaixo, a qual complementa a figura anterior. Nesta, colocam-se diversas empresas, instituições científicas e tecnológicas e outros tipos de atores como partes de redes complexas que são formadas no escopo dos esforços inovativos e que comportam a geração e a difusão de conhecimentos e a construção de competências.

Figura 7: Empresas, ICTs e outros atores como parte do processo de construção de competências no sistema de inovação



Fonte: Elaboração própria.

Portanto, a proposta de Indicadores Sistêmicos de Inovação¹³ busca contemplar a contribuição dos projetos de inovação do Programa para a construção de competências em perspectiva mais ampla, tomando a empresa como unidade principal, mas considerando, também, os transbordamentos para além da companhia, os quais impactam no sistema de inovação como um todo.

9.4.2.1 - Ações para a Construção de Competências

O primeiro grupo faz referência às ações que procuram efetivamente construir novos conhecimentos, mobilizar parcerias e desenvolver novos produtos, serviços, processos e modelos organizacionais. Assim, os Indicadores de Ações de Construção de Competências buscam contemplar, em uma perspectiva ampla, as diversas atividades que estão no centro do referencial teórico de sistemas de inovação. Dentre eles estão os indicadores mais tradicionais de busca inovativa estruturada em atividades de P&D. Entretanto, também são consideradas outras formas de mobilização e incorporação de tecnologias, quais sejam, os diversos mecanismos de aprendizagem que permitem ampliar o conhecimento detido por diferentes indivíduos que compõem a organização e os conhecimentos coletivamente mobilizados pela organização. Em suma, são os indicadores que se relacionam com a ação de construir competências.

O quadro abaixo apresenta os indicadores síntese, os indicadores detalhados a partir dos quais eles são construídos e os fenômenos retratados/medidos. Em seção abaixo, também é brevemente apresentada a metodologia de cálculo dos indicadores.

¹³ Baseada nas contribuições de Stallivieri, Campos e Britto (2009), Stallivieri (2009) e Matos e Stallivieri (2016).

Quadro 1: Indicadores de Ações de Construção de Competências

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratos
Busca Inovativa	Realização de P&D	Pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, cabeça de série.
	Aquisição de Novas Tecnologias	Aquisição de máquinas e equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou associados aos novos produtos/processos, aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias, tais como patentes, marcas, segredos industriais).
	Esforço Pré-Inovativos	Projeto industrial ou desenho industrial, lote pioneiro.
	Esforço Organizacional	Atividades de inserção de inovações no mercado.
	Centralidade de Recursos Humanos	O quão central é a organização dentro da rede de inovação do setor elétrico. Quanto maior e diversificado o número de parcerias, mais relevantes tende a ser a organização enquanto um nó articulador e mobilizador de competências.
Aprendizagem	Treinamento	Treinamento na empresa, treinamento em cursos técnicos, estágios em empresas clientes, estágios em empresas do grupo.
	Absorção de Recursos Humanos	Contratação de técnicos/engenheiros de outras empresas, absorção de formandos dos cursos universitários, absorção de formandos dos cursos técnicos.
	Aprendizagem Interna	Aprendizagem com área de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, área de produção, áreas de vendas e marketing.
	Aprendizagem Vertical	Aprendizado ao longo da cadeia produtiva com fornecedores e clientes.
	Aprendizagem Horizontal	Aprendizagem com outras empresas do setor elétrico.
	Aprendizagem com Instituições de Ciência e Tecnologia	Aprendizagem com universidades e institutos de pesquisa.
	Aprendizagem com Serviços Especializados	Aprendizagem com empresas de consultoria, centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção e instituições de testes, ensaios e certificações.
	Aprendizagem com Demais Agentes	Aquisição de novos conhecimentos tecnológicos e capacidades de gestão em função de parcerias com <i>startups</i> , aprendizagem com outras empresas dentro do grupo e empresas associadas (<i>joint ventures</i>).
	Centralidade de Rede de Aprendizagem	O quão central é a organização dentro da rede de aprendizagem do setor elétrico. Quanto maior e diversificado o número de conexões, mais relevantes tende a ser a organização enquanto um nó articulador e difusor de conhecimentos.

Fonte: Elaboração própria, baseado em Stallivieri (2009), Stallivieri, Campos e Britto (2009), Matos e Stallivieri (2016).

É necessário fazer um destaque com relação a dois indicadores apresentados no quadro acima, o indicador de centralidade de rede de inovação e o indicador de centralidade de rede de aprendizagem. Estes indicadores são extremamente relevantes e potentes em termos de sua capacidade de representar o quão relevante tem sido a atuação da organização em termos dos impactos sobre o sistema de inovação como um todo. Tratam-se, portanto, de indicadores fundamentais para efetivamente contemplar a dimensão sistêmica interativa.

Contudo, para que seja possível a construção destes indicadores, é necessário que o mesmo questionário seja aplicado a um grande número de atores do sistema de inovação, permitindo mapear a matriz de relações que se estabelecem entre os diversos atores. Uma vez possuindo uma matriz abrangente, com detalhamento dos diversos vértices que ligam diferentes atores, é possível calcular estatísticas de centralidade de autovetor, de autovalor e de grau¹⁴. A partir da agregação destas estatísticas, é possível construir um indicador de centralidade.

9.4.2.2 - Resultados e Impactos

O segundo grupo faz referência aos desdobramentos das ações empreendidas, discutidas na subseção anterior. Em consonância com os indicadores tradicionais de inovação e com as *surveys* de inovação empreendidas no Brasil e em diversos países, figuram neste grupo também os indicadores usuais de *output*, tais como a introdução de inovações. Entende-se, aqui, introdução de inovações conforme o previsto pela Lei de Inovação brasileira, na medida em que ela destaca a efetiva “*introdução no ambiente de mercado ou social*”.

De forma convergente com o Manual de Oslo (OECD, 2006), considera-se a introdução de inovação de produto (inclusive serviços), de processos e organizacionais, dividindo este último tipo entre as inovações em termos de organização de processos e estruturas e as inovações em termos de práticas de marketing e comercialização. Os dois primeiros tipos ainda se subdividem entre aquelas que são novas para a empresa, mas já existentes no mercado ou setor, e aquelas que são novidade em sentido amplo.

Contudo, a metodologia proposta busca ir além destas medidas de *output* usuais, considerando desdobramentos mais amplos, os quais eventualmente são mais associados ao conjunto dos esforços de construção de competência de uma organização do que a projetos individuais e os produtos e processos que destes

14 Ver Marcellino et al. (2014) para um detalhamento dos índices e um exemplo de aplicação desta metodologia.

resultem. Tratam-se dos impactos em duas dimensões. Na primeira, busca-se averiguar o impacto direto dos esforços em termos de custos, eficiência, capacidades técnicas, abertura, diversificação e ampliação de mercados. Na segunda, procura-se verificar os fenômenos que tendem a ocorrer de forma mais paulatina e que se consolidam ao longo de um tempo mais amplo, averiguando-se o impacto sobre a ampliação das competências de organização.

Quadro 2: Indicadores de Resultado e Impacto

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratos
Desempenho Inovativo	Inovação Radical em Produtos	Introdução de produto/equipamento novo para o mercado nacional ou internacional.
	Inovação Radical em Processos	Introdução de processos tecnológicos novos para o setor de atuação.
	Inovação Incremental em Produtos	Introdução de produto/equipamento novo para a sua empresa, mas já existente no mercado.
	Inovação Incremental em Processos	Introdução de processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor de atuação.
	Inovações Organizacionais	Implementação de técnicas avançadas de gestão, de significativas mudanças na estrutura organizacional e de novos métodos e gerenciamento, visando atender a normas de certificação.
	Inovações em Práticas de Marketing e Comercialização	Mudanças significativas nos conceitos ou práticas de marketing e de comercialização.
Impacto Direto	Ampliação, Diversificação e Abertura de Mercados	Novos negócios e novas perspectivas para o consumidor, diversificação da oferta de bens e serviços.
	Faturamento Relativo a Novos Produtos e Serviços	Aumento de faturamento relacionado a novos ou melhorados produtos e serviços.
	Impacto sobre Custos de Fatores e Energia	Redução de custos de energia e melhorias nos procedimentos de operação e manutenção, redução de custos do trabalho.
	Impactos de Eficiência Técnica	Aumento da qualidade de energia, aumento da disponibilidade da energia, aumento da segurança e eficiência da operação, redução do furto de energia, redução de perdas elétricas.
	Impacto Socioambiental	Redução de impacto (ou restrição) socioambiental.

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratarados
Impacto em Competências	Avanço de Competências Produtivas e Tecnológicas	Visão sobre perspectivas e oportunidades tecnológicas relacionadas à transformação do setor no médio e longo prazo, melhor utilização de técnicas produtivas, equipamentos, insumos e componentes, maior capacitação para realização de modificações e melhorias em produtos e processos, melhor capacitação para desenvolver novos produtos e processos.
	Avanço de Competências Organizacionais	Melhor capacitação administrativa, melhor capacidade de estruturação de áreas da empresa e organização de rotinas internas, capacidade de incorporar a inovação como o eixo central de planejamento estratégico da empresa.
	Avanços de Competências de Comercialização e Marketing	Maior conhecimento sobre as características dos mercados de atuação da empresa, ampliação de competências relacionadas ao marketing e à comercialização.

Fonte: Elaboração própria, baseado em Stallivieri (2009), Stallivieri, Campos e Britto (2009) e Matos e Stallivieri (2016).

9.4.2.3 - Construção e Amadurecimento de Rotinas

O terceiro grupo faz referência às iniciativas que contribuem à construção e ao amadurecimento de rotinas da empresa, especificamente as rotinas relacionadas à gestão estratégica da inovação. Estes indicadores representam os desdobramentos dos esforços de construção de competência, bem como seus resultados e impactos em termos de amadurecimento de rotinas da empresa. Entendendo a organização como uma estrutura complexa, formada por indivíduos e times diversificados, é natural supor que as rotinas se constituem e evoluem aos poucos, na medida em que novas percepções vão sendo incorporadas e consolidadas.

Quadro 3: Indicadores de Construção e Amadurecimento de Rotinas

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratos
Centralidade da Inovação na Estratégia Empresarial	Visão e Comprometimento da Alta Gerência	Comprometimento da alta gerência com processos de inovação, incluindo especificação, valorização e comunicação de iniciativas de inovação, percepção da alta administração do grau de contribuição da inovação (econômico, financeiro, imagem, <i>marketshare</i> , etc.) para o negócio.
	Inovação como Vetor de Orientação Estratégica	Participação da área de inovação no Planejamento Estratégico da Empresa, alinhamento entre objetivos estratégicos da organização, metas e normas internas que favoreçam a inovação.
	Promoção de Programas Estruturados	Promoção, pela alta administração, da implantação ou amadurecimento do sistema de gestão da inovação da empresa, comprometimento da alta direção da empresa com a implementação de um Programa de Inovação com metas definidas e acompanhamento sistemático destas metas.
Rotinas de Gestão da Informação e da Rede de Parceiros	Rotinas de Prospecção de Informações e Mobilização de Competências Internas à Empresa	Utilização sistemática de técnicas e metodologias de ideação para geração e organização de ideias para a inovação, estruturação e emprego de repositório de conhecimento dentro da empresa voltado para a inovação, rotinas de disseminação ampla, dentro de toda a empresa, de desafios e esforços inovativos.
	Rotinas de Prospecção de Informações Externas	Práticas sistemáticas de levantamento e análise de portfólio de projetos passados da empresa para identificar novas oportunidades, práticas sistemáticas de levantamento e análise de portfólio de projetos de outras empresas do setor, práticas sistemáticas de revisão de relatórios técnicos e de informações obtidas em conferências sobre perspectivas tecnológicas, participação sistemática em congressos e seminários nacionais e internacionais.
	Rotinas de Mobilização de Competências Externas	Iniciativas de articulação e mobilização de <i>startups</i> para identificação e exploração de oportunidades de inovação, acordos de cooperação com organizações nacionais e internacionais (setor acadêmico ou industrial, empresas de consultoria, especialistas, etc.).

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratos
Rotinas de Gestão de Portfólio	Rotinas de Mobilização de Áreas Internas para Prospecção	Mobilização em iniciativas de identificação, seleção e priorização de temas de inovação de áreas operacionais, jurídica e regulatória, Diretoria, comitê de inovação, rotinas técnicas internas.
	Rotinas de Mobilização de Atores Externos para Prospecção	Mobilização em iniciativas de identificação, seleção e priorização de clientes, fornecedores, consultores externos, parcerias nacionais e internacionais, aquisição de empresas, cooperação com <i>startups</i> .
	Metodologias de Avaliação e Valoração do Portfólio de Projetos	Emprego de metodologias estruturadas e consolidadas de avaliação e valoração do portfólio de projetos de inovação da empresa.
Rotinas de Gestão do Processo de Inovação	Metodologias de Acompanhamento e Gestão	Emprego de metodologias e técnicas estruturadas para acompanhamento e gestão do desenvolvimento de projetos, uso de instrumentos como CAD e CAM interativos, uso de metodologias de tipo <i>computer-integrated manufacturing process</i> .
	Metodologias de Gestão de Pessoas no Desenvolvimento de Projetos	Emprego de rotinas de integração de equipes, como comitês e reuniões com diversas equipes envolvidas com projetos de inovação e áreas da empresa, uso sistemático de instrumentos e metodologias para comunicação com clientes e obtenção de informações críticas para o desenvolvimento de produtos, serviços e processos inovadores.
Rotinas de Ambiente e Cultura de Inovação	Rotinas para Constituição de Ambientes e Espaços Abertos à Colaboração	Apoio, por parte da alta direção, para a criação de ambientes que visem a promoção da criatividade e o estímulo da diversidade, de modo que sejam favoráveis à inovação na empresa, postura das principais lideranças da empresa para colaborar, divulgar, praticar e reconhecer o uso de sistemas, metodologias e ferramentas específicas voltadas à geração de inovação na empresa, criação de espaços de compartilhamento, devidamente sistematizados, para que os colaboradores e os parceiros estratégicos, clientes e fornecedores contribuam no processo da Gestão Estratégica da Inovação da empresa.
	Organização do Espaço de Trabalho	Esforços que visem a melhoria do ambiente e das condições de trabalho, aumentando o bem estar dos colaboradores, planejamento dos locais de trabalho de forma a possibilitar a integração e interação das pessoas.
	Estrutura de Estímulo para Colaboradores	Autonomia para a força de trabalho utilizar parte do tempo destinado à jornada de trabalho para se dedicar a projetos inovadores que estejam sendo desenvolvidos por equipes de outros setores, emprego sistemático de sistemas estruturados de estímulo, reconhecimento e remuneração de posturas inovadoras e empreendedoras dentro da empresa.

Quadro 3: continuação

Indicadores Síntese	Indicadores Detalhados	Fenômenos Retratos
Rotinas de Gestão de Pessoas	Rotinas de Prospeção e Incorporação de Recursos Humanos Qualificados	Sistema de recrutamento, seleção, progresso, promoção, treinamento e remuneração das pessoas, que preveja a valorização dos talentos, do comportamento empreendedor, da capacidade de se assumir riscos e da habilidade de trabalhar em equipes, contratação ou compra de empresa para absorver recursos humanos capazes de desenvolver inovação, contratação de equipe adicional já treinada para desenvolver os projetos de inovação, mobilização de pessoas através de consultorias para projetos de inovação.
	Rotinas de Estímulo a Talentos	Reconhecimento e recompensa, inclusive financeira, a pessoas com notável talento, sistema de distribuição de resultados, que abranja todos os colaboradores e seja proporcional aos esforços realizados na busca de resultados pela inovação, estímulos a funcionários voltados à criação de <i>startups</i> ou <i>spin-offs</i> .
	Treinamento para Orientação e Gestão da Inovação	Treinamento e capacitação das pessoas para gerar valor para o negócio através da inovação, usando métodos e ferramentas devidamente sistematizados, convênio com centros de formação para desenvolvimento de cursos de treinamento das equipes da empresa.
Rotinas de Aproveitamento de Resultados	Emprego de Técnicas de Avaliação Técnica	Emprego de técnicas de identificação de desvios e riscos e emprego de técnicas de avaliação e mensuração dos ganhos de eficiência, redução de custos operacionais e de investimento
	Emprego de Técnicas de Avaliação Econômica	Emprego de levantamentos e indicadores de eficácia, envolvendo aspectos financeiros e econômicos, valoração através de patentes, publicações científicas e participação em congressos e seminários, e de metodologias de avaliação da performance da inovação, que visem reconhecimentos e recompensas financeiras para as pessoas que promoveram a inovação
	Rotinas de Exploração Própria de Resultados	Mobilização da área comercial para estruturar a participação na exploração dos resultados comerciais, estratégias de comunicação e marketing, voltadas para a difusão de resultados de esforços inovativos, e criação de empresas não-reguladas vinculadas à <i>holding</i> , joint-ventures e parcerias para exploração comercial de inovações
	Rotinas de Apoio a Terceiros para Exploração de Resultados	Garantias de mercado junto a desenvolvedores parceiros, fomento a <i>startups</i> como forma de difusão de inovações, arranjos e estratégias de cessão ou agregação de patentes para viabilizar a exploração comercial, e parcerias e cessão de direitos a instituições científicas e tecnológicas parceiras, com destaque para as universidades

Fonte: Elaboração própria, baseado em Canongia et al. (2004), Adams et al. (2006), CNI e SEBRAE (2010), Keupp et al. (2012) e Silva et al. (2014).

Box 1: O Cálculo dos Indicadores Sistêmicos de Inovação aplicados ao setor elétrico

Os indicadores são construídos a partir da conjugação das respostas ao questionário empregado nesta pesquisa¹⁵, as quais são baseadas em uma escala *Likert* que avalia o grau de importância atribuído a diferentes elementos ou a frequência com que são realizadas certas ações. Nestas, a escala varia entre 0 (valor para as opções irrelevante ou não ocorre) e 3 (alta importância ou realização frequente/rotineira). Para obter um valor que oscile entre 0 e 1 (representando o valor 1 o máximo), a média previamente referida é dividida pelo valor máximo possível 3.

Desta forma, obtém-se o seguinte cálculo para os indicadores detalhados:

$$E_d^{i,s} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{a_{d,j}^{i,s}}{3} \quad (\text{i})$$

onde, $a_{d,j}^{i,s}$ é a resposta da empresa i , pertencente ao setor s , à pergunta j , a qual está associada à dimensão/indicador d . k é o número de perguntas associadas ao indicador detalhado e $E_d^{i,s}$ é o indicador detalhado da empresa i do setor s associado à dimensão d .

O cálculo dos indicadores síntese, por sua vez, ocorre através da seguinte fórmula:

$$I^{i,s} = \frac{1}{r} \sum_{d=1}^r E_d^{i,s} \quad (\text{ii})$$

onde r é o número de indicadores detalhados que compõem o indicador síntese e $I^{i,s}$ é o indicador síntese para a empresa i , pertencente ao setor s .

Por fim, na medida em que se aplica o mesmo questionário a um número estatisticamente representativo de empresas do setor, é possível construir um indicador agregado para o setor¹⁶ a partir da agregação dos indicadores de cada empresa, conforme o seguinte cálculo:

$$A^s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I^{i,s} \quad (\text{iii})$$

onde n é o número de empresas do setor consideradas na agregação e A^s é o indicador agregado para o setor s .

15 Para detalhamento, o relatório metodológico da pesquisa pode ser acessado no endereço <http://www.gesel.ie.ufrj.br/index.php/Pages/research>.

16 A construção de indicadores setoriais é uma possibilidade teórica, que se aplica melhor a outras indústrias. Sabe-se que a agregação por setor pode não ser possível, na medida em que muitas empresas do setor elétrico têm atuado em mais de um setor (geração, transmissão e distribuição), de forma que não se pode atribuir as respostas de uma empresa ao questionário a um setor específico.

9.4.2.4 - Desdobramento Analítico

Tendo em vista o objetivo de criar uma sistemática para a avaliação do processo de internalização dos resultados dos projetos, apresenta-se a lógica analítica, resumida na Figura 8, abaixo, que se desdobra do referencial de sistemas de inovação. Idealmente, os esforços de construção de competências, com destaque para os esforços inovativos, tendem a se traduzir em resultados (introdução de inovações), em impactos objetivos (mercados, receita, custos e eficiência) e em impactos mais abrangentes (construção de competências). Os aprendizados e resultados objetivos contribuem para estimular a cultura de inovação da empresa e para ajustar ou avançar na construção de rotinas que favorecem a inovação. As rotinas e a estrutura de estímulos interna gerada, por sua vez, tendem a direcionar e impulsionar esforços inovativos.

Figura 8: Esquema analítico para interpretação combinada dos indicadores para uma empresa

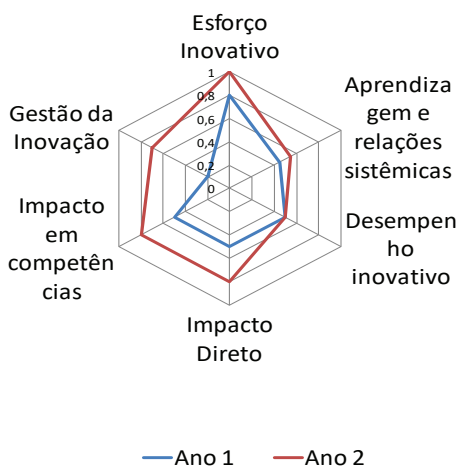


Fonte: Elaboração própria.

Os indicadores e sua análise combinada contribuem para a consolidação da mudança de cultura que já se encontra em curso no Setor Elétrico Brasileiro, superando uma visão linear de inovação, solidificando um entendimento sistêmico e entendendo a inovação como uma oportunidade estratégica e não uma obrigação regulatória. Mecanismos para aferir, acompanhar e estimular esta mudança são de fundamental importância. No que concerne às empresas do setor, a utilização sistemática de métricas de avaliação contribui para consolidar a cultura inovativa interna.

No que compete à ANEEL, as sinalização explícitas e implícitas possuem um papel fundamental para orientar os atores do setor. Vislumbra-se, assim, a possibilidade de criação de um sistema de acompanhamento das empresas ao longo do tempo, constituindo um importante instrumento complementar para avaliar os vários projetos de P&D da empresa e as atividades inovativas em perspectiva ampla.

Figura 9: Perspectiva intertemporal de acompanhamento de empresas com base nos indicadores sistêmicos de inovação



Fonte: Elaboração própria.

9.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou uma proposta sucinta e objetiva de potenciais avanços que podem ser realizados no escopo do Programa de P&D da ANEEL, tendo como objetivo contribuir para que o mesmo se consolide como um programa que gera efetivas inovações percebidas pela sociedade. Este objetivo é imprescindível uma vez que são utilizados recursos públicos.

Como apontado na introdução, este capítulo constitui um documento propositivo sintético que elabora propostas a partir dos achados de várias fases da extensa pesquisa, empreendida ao longo de cerca de dois anos. Cada uma destas fases foi apresentada, de forma sintética, nos capítulos anteriores deste livro e os relatórios

completos e detalhados podem ser acessados na página da pesquisa¹⁷. Portanto, não seria possível aportar, aqui, as muitas evidências e os argumentos que subsidiam as propostas. Este exercício de aglutinação dos resultados da fase retrospectiva de avaliação com suas implicações em termos de proposições foi realizado no Capítulo 6 do presente livro. Da mesma forma, só foram feitas referências estratégicas a experiências internacionais consideradas virtuosas, uma vez que o Capítulo 8 já oferece detalhes de muitas iniciativas que apresentam direto alinhamento com as propostas aqui arroladas.

Toda a pesquisa foi fundamentada pelo referencial conceitual de Sistemas de Inovação, conciliando a extensa expertise sobre o setor elétrico que detém o Grupo de Estudos do Setor Elétrico, com o amplo conhecimento da temática da inovação e de políticas de inovação da Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos (RedeSist)¹⁸. Esta visão sistêmica do referencial de sistemas de inovação sublinha, em consonância com os recentes esforços da ANEEL, a importância de promover redes de inovação.

Além disso, esta perspectiva preconiza a relevância de se considerar o sistema de incentivos como um todo, o qual efetivamente opera e influencia as decisões dos atores no campo da inovação e as estratégias empresariais. Portanto, ajustes nos instrumentos de política explícita de inovação podem se revelar pouco efetivos, se incentivos na direção oposta operarem, por exemplo, no escopo da regulação do setor elétrico ou no marco legal que incide sobre este. Destaca-se, também, que esta visão sistêmica explicita a importância de orquestrações na esfera institucional para que os incentivos operantes sejam convergentes e se reforcem.

Conforme atestam muitas experiências no Brasil, bem como diversos casos internacionais discutidos ao longo deste projeto, avanços orientados por uma perspectiva de inovação em rede, alinhados a diretrizes e prioridades estratégicas, com capacidade de mobilizar diversos atores e competências complementares no Sistema Nacional de Inovação, possuem amplo potencial de sucesso. Portanto, considera-se que a implementação do conjunto de alterações propostas, de forma articulada, traz consigo um amplo potencial para que o Programa de P&D da ANEEL passe, cada vez mais, a ser percebido pela sociedade como uma iniciativa altamente inovativa e relevante para o desenvolvimento do país.

17 www.gesel.ie.ufrj.br/index.php/Pages/research.

18 www.redesist.ie.ufrj.br.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.; BESSANT, J.; PHELPS, R. **Innovation management measurement: A review**. International Journal of Management Reviews, v. 8, n. 1, pp. 21-47, 2006.

CANONGIA, C.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. M.; ZACKIEWICZ, M. **Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: Instrumentos para a gestão da inovação**. Gestão & Produção, v. 11, n. 2, pp. 231-238, mai.-ago, 2004.

CASSIOLATO, J. E., MATOS, M. P., LASTRES, H. M. M.. **Innovation Systems and Development**. In: Currie-Alder, B.; Kanbur, R.; Malone, D. M.; Medhora, R. (ed.) International Development Ideas, Experience and Prospects, pp. 566-581. Oxford: Oxford University Press, 2014.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro**. CGEE: Brasília. Programa de P&D regulado pela ANEEL, 2015.

CNI, Confederação Nacional da Indústria; SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha de Gestão da Inovação**. Brasília, 2010.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Inovação tecnológica no SEB: Uma avaliação do Programa P&D regulado pela ANEEL**. Brasília: IPEA, 2011.

KEUPP, M., M.; PALMIÉ, M.; GASSMANN, O. **The strategic management of innovation: A systematic review and paths for future research**. International Journal of Management Reviews, v. 14, pp. 367-390, 2012.

MARCELLINO, I. S.; DEL VECHIO, R.; MATOS, M. P. **Evidências e padrões de cooperação em ciência, tecnologia e inovação na América Latina**. S & G. Sistemas & Gestão. , v. 9, pp. 528-542, 2014.

MATOS, M. P. *et al.* **Arranjos produtivos locais: Referencial, experiências e políticas em vinte anos da RedeSist**. Rio de Janeiro: E-papers, 2017.

MATOS, M. P.; STALLIVIERI, F. **A metodologia e pesquisa implementada pela RedeSist**. 2016. Disponível em: http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/O21220162352_MatoseStallivieri2016TextoMetodologiaAPLsLivro20anosRedeSist.pdf.

OECD, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3ª ed., 2006.

SILVA, D. O.; BAGNO, R. B.; SALERMO, M. S. **Modelos para a gestão da inovação: Revisão e análise da literatura**. Production, v. 24, n. 2, pp. 477-490, Apr./June, 2014.

STALLIVIERI, F. **Ensaio sobre aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas na indústria brasileira**. Tese de Doutorado em Economia, Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense, 2009.

STALLIVIERI, F.; CAMPOS, R. R.; BRITTO, J. N. **Indicadores para a análise da dinâmica inovativa em arranjos produtivos locais: Uma análise exploratória aplicada ao arranjo eletrometal-mecânico de Joinville/SC**. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 39, n. 1, pp. 185-219. Janeiro-Março 2009.

LUNDVALL, B. A.; GREGERSEN, B.; JOHNSON, B.; LORENZ, E. **Innovation systems and economic development**. Mimeo, 2011.

DUTRÉNIT, G.; SUTZ, J. **Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo: La experiencia latinoamericana**. Foro consultivo científico y tecnológico - Lalics, México, 2017.

ANEXO

A REDE DE INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO COMO UM CATALISADOR PARA IMPULSIONAR O ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Fernando Campagnoli (Aneel)

INTRODUÇÃO

O Setor Elétrico Brasileiro passa, atualmente, por uma verdadeira revolução nas suas dimensões conceitual e operacional. O conceito de setor dilui-se cada vez mais, na medida em que a intersectorialidade ganha musculatura nas suas interfaces, com seus ambientes de inovação gerando efeitos dinâmicos, descontínuos e disruptivos. Concomitante, a transição energética exige do setor mudanças rápidas e períodos curtos de adaptação, tanto para sua manutenção operacional, como para o atendimento à demanda.

A evolução da matriz elétrica nacional tem, de um lado, o notável aproveitamento das fontes renováveis abundantes e, de outro, as pressões institucionais para geração de energia com baixo carbono. Não se trata apenas da opção por uma matriz mais limpa, mas também da tendência mundial por novas tecnologias que atinjam maior eficiência, qualidade, segurança, menor preço e baixa emissão de carbono.

Neste novo contexto, elaborar e aplicar política públicas setoriais é um desafio complexo, considerando a variedade de *stakeholders* que imprime suas pressões no tecido social e que influencia todo o processo até a prestação dos serviços ao consumidor. Neste fluxo bidirecional, as agências reguladoras elevam-se quase ao patamar de guardiães da política setorial, pois o consumidor está se tornando cada vez mais ativo (prossumidor) e exigente, de um lado, e as empresas do setor elétrico estão buscando melhores índices de atendimento, por outro.

Concomitante, a Indústria 4.0 busca se perpetuar na preferência dos clientes e nas exigências do mercado. Diante da velocidade das transformações provocadas pela evolução tecnológica, da digitalização e de novos modelos de negócio, reinventar-se no cotidiano e com olhos abertos à inovação que mora ao lado passou a ocupar as missões e visões das corporações, desde grandes empresas a *startups*.

Neste quadro dinâmico, o regulador se vê obrigado a intervir no processo, não apenas pelo seu caráter de regulamentador e fiscalizador, mas também como um *player* importante para sinalizar os caminhos e as práticas de políticas públicas definidas pelos planejadores. Nesta direção, a ANEEL tem adotado uma série de condutas de promoção da inovação no setor elétrico, dentre as quais a Rede de Inovação no Setor Elétrico(RISE), que será tratada no presente Capítulo.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO AMBIENTE INSTITUCIONAL PARA A RISE

Embora o conceito de inovação e suas derivações já fosse bem estudado pela academia, no quadro legal brasileiro ele é apontado na Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), mas somente “assumido” pelo Estado dez anos depois, com a aprovação da Emenda Constitucional nº 85/2015, também conhecida como Emenda da Inovação. A partir daí, a inovação passa a vigorar como uma atividade impulsionada pelo Estado, ainda que restrito ao previsto pelo artigo 218 da Constituição Federal de 1988, que estabelece que “*o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação*”.

A Lei nº 9.991/2000 dispõe sobre os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e eficiência energética no setor elétrico, mesmo não possuindo, originalmente, o expresse comando de promover a inovação. Com a promulgação da Lei nº 13.203/2015, contudo, alguns dispositivos da Lei nº 9.991/2000 foram alterados e se estabeleceu que “(n)os programas e projetos de pesquisa e ***inovação tecnológica*** do setor de energia elétrica, deverá ser priorizada a obtenção de resultados de aplicação prática, com foco na criação e no aperfeiçoamento de produtos, processos, metodologias e técnicas” (Art. 4º, § 4º, grifo nosso). Embora o comando legal aponte claramente a motivação da inovação, a mesma ainda está restrita ao caráter tecnológico, vista sob a ótica atual dos processos inovativos.

Sob esta orientação legal, a ANEEL iniciou uma releitura de suas atribuições no que tange a égide da Lei nº 9.991/2000, no sentido de orientar os agentes para uma melhor utilização dos recursos de P&D e de eficiência energética, com o viés da inovação e geração de produtos aplicáveis ao mercado.

No âmbito setorial da comunidade científica, ocorre o mesmo desenho, que culmina com a publicação da Lei nº 13.243/2016, conhecida como o novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação a. Neste importante ato legal, abriu-se o olhar do ambiente político para o incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica dentro do ambiente produtivo, buscando a capacitação tecnológica, a autonomia tecnológica e o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do país.

Desde a Lei nº 9.991/2000, o Programa de P&D da ANEEL tem apresentado resultados relevantes no cenário brasileiro, tendo sido o proeminente vetor de propagação da inovação e do conhecimento científico aplicado ao setor elétrico.

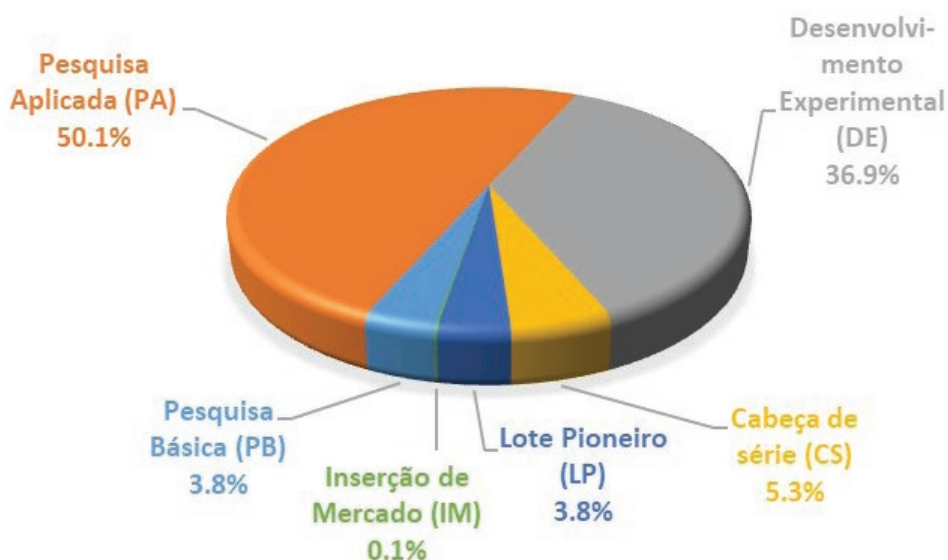
De acordo com a avaliação do IPEA sobre o período de 2000 a 2007, o Programa movimentou uma quantidade considerável de recursos, maior do que a aplicada, no

mesmo período, pelo CT-Energ, além de envolver uma quantidade de pesquisadores também relevante, em número semelhante ao envolvido pela Petrobras em sua rede de pesquisa. Entretanto, verificaram-se uma baixa participação dos agentes na execução dos projetos, um caráter incremental das inovações pretendidas e uma baixa participação de empresas fornecedoras (POMPERMAYER *et al*, 2011; IPEA, 2012), o que demonstrava a necessidade de foco nos produtos inseridos no mercado.

Mesmo no período posterior analisado pela EDP, GESEL e RedeSist (EDP *et al*, 2019), o resultado inovativo do Programa foi pouco alterado. Esta análise verificou que, de 2008 a 2015, os produtos com inserção no mercado foram tímidos, embora tenha sido constatada uma tendência crescente de importância da inovação no P&D nas empresas do setor elétrico entrevistadas, ainda passíveis, porém, de fortalecimento institucional interno.

Em agosto de 2017, a ANEEL promoveu a primeira reunião da RISE, em João Pessoa (PB), às vésperas do IX Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (IX CITENEL) e do V Seminário de Eficiência Energética no Setor Elétrico (V SEENEL), cujo tema central apontado era “Inovação e Integração: Respostas Locais a Barreiras Globais”. Na ocasião, a ANEEL apresentou o Gráfico 1 e demonstrou seu interesse em dar uma “guinada” nos rumos do P&D do setor elétrico.

Gráfico 1: Aplicação dos recursos de P&D ANEEL até 2017 nas fases da cadeia de inovação



Fonte: ANEEL (2017)

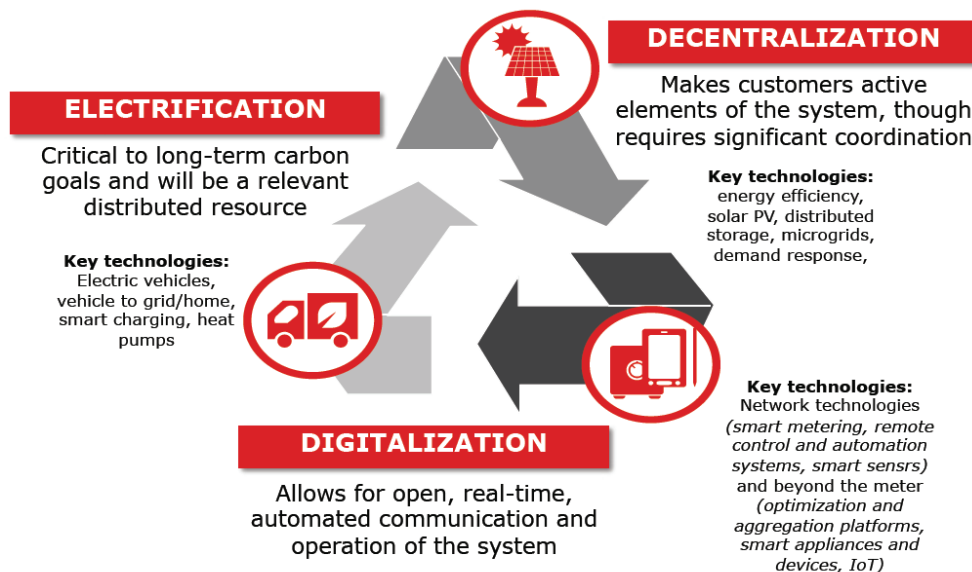
Ainda que o conceito linear de cadeia de inovação seja discutível, o gráfico ilustra o forte potencial do Programa no fortalecimento da pesquisa aplicada e no desenvolvimento experimental. Entretanto, nota-se que o Programa é ainda pouco expressivo na inserção dos produtos com potencial aproveitamento no mercado.

A “guinada” pretendida foi apresentada durante a primeira reunião da RISE, na forma e no conteúdo de como poderiam se desenvolver as pesquisas futuras. Alinhada e em cumprimento ao Objetivo Estratégico ANEEL nº 4 do Planejamento Estratégico ANEEL 2018-2021, qual seja, “*promover um ambiente regulatório favorável à inovação tecnológica e à eficiência energética*”, ratificado pela Portaria ANEEL nº 4.823/2017, a RISE poderia ser uma “chave de ignição” nos novos rumos do Programa de P&D.

2. A CONCEPÇÃO DA RISE

O Fórum Econômico Mundial de 2017 (WEF, 2017) à época atestava três dimensões que condicionariam o setor elétrico, a eletrificação, a descentralização e a digitalização, expostas na Figura 1, e a inovação seria norteadas por esta interdependência.

Figura 1: As três dimensões interdependentes para o setor elétrico



Fonte: WEF (2017)

Diante do quadro em questão, a concepção de uma nova forma de desenhar e desenvolver projetos no âmbito do P&D traria também uma variável de governança que merece ser destacada. Como a escolha de temas de pesquisa e produtos é de responsabilidade e risco dos agentes do setor elétrico, que constroem sua própria pauta, sem ingerência do regulador, que apenas os norteia com sinais regulatórios de temas prioritários, o resultado observado no Gráfico 1 não poderia ser muito diferente. As empresas utilizam o P&D como meio de alcançar resultados aos problemas do seu ambiente, o que se mostra correto e legítimo.

A evolução deste desenho mira em uma trajetória tecnológica subsidiada pela pesquisa aplicada para resolver desafios de agenda circunstancial, sem um olhar estruturante, o qual seria de responsabilidade do regulador e não do agente. Entretanto, o regulador não executa projetos de P&D, apenas regula e fiscaliza o investimento do agente, muitas vezes pautado por uma ação de comando-controle.

Como o Setor Elétrico Brasileiro é um conjunto complexo, mas coeso, estável e com amplo diálogo, não seria problema apresentar à discussão novas formas de olhar para problemas estruturais do setor, sem obliterar os interesses e as pautas consolidadas dos agentes.

O vetor determinante para inflexão do rumo do P&D para a inovação seria trazer setores da indústria e de serviços para dentro da concepção dos projetos. Assim, junto com pesquisadores da academia e dos institutos de pesquisa, as relações institucionais seriam reorganizadas, voltando-se às inovações pretendidas pelos agentes do setor elétrico, que teriam um papel semelhante aos “maestros sinfônicos”.

A participação dos setores da indústria necessariamente teria que se manifestar com contrapartidas razoáveis na elaboração e no desenvolvimento dos projetos, de forma a garantir um “lastro fiel” do seu começo ao fim, possibilitando a inserção dos resultados no mercado, operacionalizado pelos agentes do setor elétrico, pontos focais principais do projeto.

Essa concepção de projeto em muito se assemelhava aos programas de P&D da indústria, os quais normalmente utilizam recursos próprios e são compensados futuramente na comercialização dos produtos no mercado. Desta forma, a proposta de integração com o setor elétrico poderia ser vantajosa para a indústria.

A contrapartida da indústria teria uma finalidade adicional, uma vez que poderia absorver os investimentos de maior risco do projeto, utilizando-se os recursos do Programa P&D ANEEL para os de menor risco, de forma que, no “todo”, o programa regulado teria um suporte adicional relevante.

A ideia foi bem recebida em consultas específicas a *players* importantes, como o CNPq, o Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CON-FAP), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), representantes da indústria, as associações do setor elétrico, entre outros.

Assim, concebeu-se o modelo de RISE, tendo como elo central o agente regulado e como demais elos os executores da pesquisa (academia, universidades, institutos de pesquisa e centros tecnológicos) e os executores da indústria de bens e serviços, que poderiam ser também *startups*.

Com este arranjo, os projetos poderiam ser desenhados conjuntamente e no seu decorrer teriam a flexibilidade de agregar novos atores, a depender dos desafios enfrentados no curso das atividades.

Do ponto de vista teórico e consultivo, cabia à ANEEL promover uma sinalização mais nítida de um ambiente favorável à materialização de projetos em rede, ainda que na forma de um projeto piloto. Entretanto, ressalta-se que a aplicação prática do conceito de inovação em políticas públicas, aqui especificamente as redes de inovação, requer a avaliação do processo inovativo, para proporcionar resultados tangíveis (CASSIOLATO e LASTRES, 2005) e não apenas o produto da inovação.

3. APLICAÇÃO PRÁTICA DA RISE NA MOBILIDADE ELÉTRICA

O CGEE (2017) apresentou diversos *roadmaps* tecnológicos que poderiam ser estimulados ou acelerados pelo setor elétrico e, entre eles, cita-se a mobilidade elétrica. Este tema coaduna com a Figura 1 apresentada acima e possui um caráter interseccional importante, pois integra, em última análise, o setor elétrico com os setores de transporte, logística, mobilidade urbana, telecomunicações, entre outros.

A escolha do tema de mobilidade elétrica também tem um forte componente da indústria, tanto nacional, como internacional, não apenas automotiva propriamente dita, mas também de máquinas, equipamentos e bens e serviços em arranjos produtivos locais e regionais. Ou seja, teria uma territorialidade passível de investigações de potencial desenvolvimento industrial no país, como um amplo espectro para a Indústria 4.0.

Em um ambiente favorável também a inovações regulatórias, a ANEEL promoveu, com apoio da GIZ, em 4 de abril de 2018, uma reunião presencial com agentes

do setor elétrico e representantes da academia e da indústria. O objetivo foi debater, com os potenciais executores, a viabilidade e a exequibilidade de um edital de Chamada de Projeto de P&D Estratégico no tema de mobilidade elétrica. A ideia lançada foi discutida com base em alguns requisitos mínimos e em temas relacionados à mobilidade elétrica, mas que necessariamente teriam que ser desenvolvidos em rede com a participação da indústria.

A mobilidade elétrica no Brasil é ainda incipiente, dada a priorização histórica de políticas para transporte rodoviário de cargas e pessoas calcadas nos combustíveis fósseis. Recentemente, a preocupação com a descarbonização, vinculada por meio de tratados internacionais de metas de emissão de gases de efeito estufa, tem aberto caminho para políticas energéticas voltadas a fontes de geração de energia limpa (ABVE, 2010; CGEE, 2017; CONSONI, 2018; EPE, 2014).

Concomitante, o crescimento das fontes de geração renovável na matriz energética somado aos impulsos da descentralização da geração distribuída contribuíram ao campo aberto que se observa para o desenvolvimento da mobilidade elétrica (IEA, 2016, 2017).

A mobilidade elétrica, por si só, além de transcender o setor elétrico, conforme já abordado, atinge o consumidor em seus hábitos cotidianos com rápida absorção em seus costumes. O deslocamento interno nas cidades por meio de serviços públicos de transporte ou até o não deslocamento por meio de tele trabalho ou vídeo conferências demandam maior consumo de energia elétrica em sistemas distribuídos, cada vez mais complexos e carecendo de soluções *smart grids* (MASIERO, 2017).

O Brasil apresenta um perfil peculiar e muito diferenciado à experiência internacional para o desenvolvimento da mobilidade elétrica. Sua malha viária possui traçados condicionados por uma logística retrógrada, sem a percepção de conexões intermodais com ferrovias, hidrovias e aerovias. O desenho dos traçados das vias no território não desafia grandes velocidades e economia em fretes, como trens de média ou alta velocidade, de cargas ou de pessoas.

Neste campo, a mobilidade elétrica pode penetrar ocupando lacunas e oportunidades de negócio, tanto na forma de bens, como serviços, na medida em que puder ofertar ao consumidor ganhos efetivos de qualidade no serviço e nos preços dos produtos.

A modernização que desafia o setor elétrico pela digitalização, descentralização, descarbonização e eletrificação atinge as empresas de um setor historicamente estável, monopolista e, ainda, com peso estatal. Se, no lado dos fornecedores da indústria, estes movimentos são mais perceptíveis e provocam ajustes em suas trajetórias de desenvolvimento, no lado de seus agentes do setor elétrico, este movimento é mais lento e preocupante. Nota-se que estas mudanças disruptivas promovem

impacto também no setor público, que necessariamente deve se ajustar com seus mecanismos regulatórios e de formulação de políticas públicas (MAJONE, 1999).

Ainda assim, torna-se necessário direcionar esforços mais específicos para remodelar a forma de se organizar os projetos para que atinjam o mercado. Partiu-se, então, para um modelamento teórico de formação de redes de inovação, que poderiam ser organizadas pelas empresas do setor elétrico, com seus próprios pesquisadores, instituições de pesquisa e universidades, além de representantes da indústria, buscando a produção de soluções aplicadas e modelos de negócio inovadores para os novos desafios do setor, como preconizam Castro *et al* (2018).

Pelo exposto, o tema de mobilidade elétrica foi entendido pela ANEEL como uma oportunidade de agregar os agentes do setor e a indústria, por meio da Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018.

4. A CHAMADA DE PROJETO DE P&D ESTRATÉGICO Nº 022/2018

A Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018 intitulou-se “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente” e possuía o objetivo de orientar as empresas para que apresentassem soluções a problemas atuais ou futuros, considerando a inserção dessas soluções no mercado, sejam elas na forma de produto ou serviços.

A Chamada agregou, inicialmente, 38 projetos em todo país, com cerca de 1.200 pesquisadores, em um volume de recursos da ordem de R\$ 600 milhões, sendo R\$ 100 milhões em contrapartida de recursos externos ao Programa. Deste universo, após ajustes pontuais e o cancelamento de alguns projetos por parte das empresas proponentes, constam na base de dados da ANEEL, atualmente, 32 projetos, que somam cerca de R\$ 473 milhões em investimento, para os próximos quatro anos.

Como os projetos estão em fase inicial, possuem a duração de quatro anos e todos preveem a instalação de infraestrutura de recarga, espera-se que, ao final do período, a infraestrutura de postos, no país, permita que os corredores elétricos estejam ativos, com uma ampla gama de serviços e o desenvolvimento de novos negócios em curso, retribuindo ao consumidor o seu investimento.

Pela distribuição geográfica das empresas proponentes, não seria difícil arriscar que, neste período, o Brasil terá corredores elétricos litorâneo do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, com entradas pela Região Sudeste até o Centro-Oeste. A

Região Norte ficou restrita a iniciativas da Eletronorte e da Norte Energia, as quais, mais tarde, poderão promover a integração com esses corredores elétricos.

A Tabela 1, ao final deste anexo, apresenta, de forma simplificada, os projetos em curso, com seus valores inicialmente estimados e as temáticas das soluções e inovações, conforme dados apresentados nas suas propostas. Destaca-se que, como existe a perspectiva dos projetos em rede com entrada e saída de atores, os valores e distribuição nas rubricas de gasto podem variar significativamente.

A Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018 foi considerada exitosa para o setor elétrico e proporcionará uma experiência inovadora para os agentes e executores, tendo em vista o aprendizado do trabalho em rede, e para o regulador, que conduziu o processo de criação de um novo ambiente para um ecossistema de inovação, com seus diversos atores envolvidos na busca de soluções com inserção no mercado, proporcionando impactos positivos no Setor Elétrico Brasileiro e na indústria nacional.

5. CONCLUSÃO

A Rede de Inovação no Setor Elétrico comprovou-se como um instrumento potencial para alavancar um ecossistema de inovação no Setor Elétrico Brasileiro. Testada com a abordagem temática da mobilidade elétrica, a RISE pode ser materializada por meio dos mecanismos do Programa de P&D da ANEEL, na forma da Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018, comprovando sua eficácia e efetividade.

Apoiados na estabilidade de recursos já provisionados para os próximos quatro anos, 32 projetos entraram em execução em 2020, reunindo diversas empresas do setor e cerca de 1.000 pesquisadores de todas regiões brasileiras, garantindo uma sinalização clara do regulador e legitimada pelo empenho das empresas proponentes e cooperadas.

Da mesma forma, os projetos em rede com contrapartida da indústria puderam ser desenhados de forma inovadora, cada qual com suas metodologias e indicadores de desempenho, em um curso dinâmico e flexível, a fim de atender os desafios impostos ao setor elétrico.

Tabela 1: Estado atual dos projetos em curso na Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-00673-0021/2019 - LAJEADO ENERGIA S.A. - Desenvolvimento e implantação piloto de um modelo técnico e de negócios de infraestrutura de recarga para frotas de ônibus elétricos. R\$ 6.596.625,28.	Solução completa de mobilidade elétrica do Grupo EDP, incluindo a venda de energia para as empresas de ônibus, solução de carregamento e serviço de manutenção e serviços adicionais do portfólio de micro geração, armazenamento, eficiência energética e outras soluções próprias e da rede de parceiros.	LAJEADO, EDP-SP, EDP-ES, PECÉM, EDP GRID, CERTI, SIEMENS e ÁGUA BRANCA.
PD-05160-1906/2019 - CEB DISTRIBUIÇÃO S.A. - Modelo de negócio para a CEB, integrando fontes renováveis, mobilidade elétrica e plataforma de gestão de recarga inteligente, eletropostos com cobrança eletrônica direcionada para UC do usuário do VE – R\$ 11.635.550,00	Modelo de negócio para a CEB-D, no atendimento do mercado emergente de fornecimento de energia para carregamento de veículo elétrico, utilizando sistema de cobrança direcionando fatura para unidade consumidora do usuário do veículo elétrico, integrando postos de recarga com geração fotovoltaica distribuída.	CEB, CELG, ELPA, FUB, FINATEC, IFG, SPIN e CESI.
PD-00372-9985/2019 - CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A. - Implementação de usina virtual integrada com estação bidirecional V2G para recarga rápida de veículos elétricos – R\$ 13.805.254,75.	Desenvolvimento de unidade protótipo de usina virtual, contando com ensaios reais de manobra, fabricação de estação de abastecimento elétrico bidirecional com sistemas acessórios para armazenamento, geração solar, geração a hidrogênio e função híbrida de armazenamento de energia.	ELETRONORTE, TRAQCEL e PUC-RIO.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-07427-0319/2019 - NORTE ENERGIA S.A. - Sistema inteligente de gestão eficiente de mobilidade elétrica multimodal – R\$ 11.868.260,00.	Desenvolvimento de um sistema de gestão integrado para múltiplos modais, como barco e ônibus elétrico, servindo de suporte para a implementação de modelos de negócio.	NORTE ENERGIA, UFPA, CPqD, BYD e ABB.
PD-00043-0087/2019 - COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO - Aplicações ambientalmente sustentáveis da mobilidade elétrica para a ilha de Fernando de Noronha – R\$ 20.746.274,78.	Soluções e modelos de negócio para mobilidade elétrica em atividades de turismo, serviços públicos e operações em Fernando de Noronha, por meio da criação de um ecossistema envolvendo os participantes da RISE e entidades locais, com potencial de reprodutibilidade em ambientes similares.	CPqD, IATI, eiON, BYD, Elektro, CELPE, COSERN, COELBA, UFPE, TERMOPE e ITAPEBILIGHT.
PD-00047-0087/2019 - COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA - Criação de corredor verde no Nordeste e postos de carregamento urbano para avaliação do desempenho de veículos híbridos e elétricos – R\$ 20.694.602,92.	O projeto prevê a criação de um corredor verde no Nordeste (trecho entre Salvador-BA e Natal-RN), contendo 11 estações de recarga em rodovia (50kw) e mais seis estações em shoppings urbanos (22kW). O projeto visa a avaliação de um novo modelo de negócio para as empresas do setor elétrico.	SENAI-CIMATEC, COELBA, GESEL, SINAPSIS, CAO A, UFABC, ELEKTRO, CELPE, NC ENERGIA, ITAPEBI e TERMOPE.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-06899-6925/2019 - SERRA DO FACÃO ENERGIA S.A. - Desenvolvimento de veículos de passeio elétrico à bateria, com módulo para extensão de autonomia a partir do uso de etanol com um pequeno motor flex – R\$ 6.925.859,00.	Conceito de veículo elétrico leve à bateria, com módulo para extensão de autonomia a partir de compacto motor de combustão interna a etanol. Desenvolvimento de dois protótipos cabeça de série. Conceito de infraestrutura de recarga bidirecional. Laboratório para desenvolvimento de módulos de bateria e sistemas mild-hybrid.	SEFAC, ITA e AVL.
PD-06961-0010/2019 - CANDEIAS ENERGIA S.A. - Desenvolvimento de sistema nacional de recarga rápida de bicicletas e veículos elétricos para aplicações V2G (Vehicle to Grid) – R\$ 16.212.875,82.	Sistema de recarga híbrido (solar fotovoltaico, rede e acumulador secundário) para abastecimento de veículos elétricos e bicicletas elétricas em aplicações V2G. Descrição dos locais mais adequados ao uso de veículos elétricos em seis estados no país (MA, PA, PI, AL MS, e GO) com a implementação de três pilotos.	CANDEIAS, MANAURA, POTIGUAR, PARANA ENERGIA, ENERGÉTICA BARRA GRANDE, AES TIETÊ, EQUATORIAL-PI, EQUATORIAL-AL, SEFAC, ENEL CACHOEIRA DOURADA, ITIQUIRA, NEXOSLAR, UFMS, NASTEK, PREF. MORRINHOS, PREF. ITUMBIARA, PREF. SÃO LUÍS, PREF. BELÉM, PREF. TEREIINA, PREF. MACEIÓ e APINE.
PD-07267-0021/2019 - PORTO DO PECÉM GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. - E-Lounge: Uma solução para o reabastecimento de veículos elétricos de frotas no Brasil – R\$ 10.582.517,94.	Soluções para expansão da estrutura de recarga (E-Lounge) de baixo impacto à rede elétrica, integrando carregadores, geração fotovoltaica e armazenamento de energia em baterias (com e sem baterias). Ademais, estação móvel com carregador e sistema de baterias, para suporte off-grid aos veículos elétricos.	PORTO PECÉM, LAJEADO, EDP-ES, EDP-SP, EDP SMART, ITEM, IATI e MOURA.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-07625-0119/2019 - PARNAÍBA I GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. - Viabilizando mobilidade elétrica no Brasil: Identificação de modelos de negócios vencedores e desenvolvimento de plataforma digital conectando consumidores e geradores/distribuidores - R\$ 11.777.840,79.	Plataforma digital de realização de transações entre usuários de veículos elétricos e geradores/distribuidores de energia elétrica, desenvolvida com base na identificação de modelos de negócio vencedores e na avaliação de viabilidade de tecnologias de transação de recarga.	PARNA I, PARNA II, PECÉM II, ITAQUI, SUN, MIROW e VNT.
PD-02866-0517/2019 - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. - Posto do futuro para abastecimento de mobilidade elétrica – R\$ 10.364.110,85.	Posto do futuro para abastecimento de diversos veículos elétricos, com integração de fontes renováveis e sistemas de armazenamento, para assegurar o fornecimento de energia e um sistema de gestão sobre todos os equipamentos, permitindo a correta transferência de energia entre os entes.	COPEL, LACTEC e WEG.
PD-02866-0518/2019 - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. - Sistema virtual bilhetagem e analítico para comportamento do consumidor/prosumidor em relação à utilização de estações de carregamento de veículos elétricos – R\$ 7.446.261,87.	Sistema virtual bilhetagem e analítico para análise de comportamento do consumidor/prosumidor em relação à utilização de estações de carregamento de veículos elétricos.	COPEL, LACTEC, XPERT e EIDEE.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-02866-0519/2019 - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. - Interface de inovação multi agente envolvendo a indústria automobilística, os sistemas de energia e infraestruturas de mobilidade elétrica para eletro vias inteligentes – R\$ 6.147.649,04.	Sistema de informação em formato de uma plataforma multi agente interoperável e acessível pela internet para servir todos os agentes envolvidos na gestão da infraestrutura para abastecimento de veículos elétricos, considerando restrições e oportunidades técnico-operacionais com escalabilidade.	COPEL, UFSM e CIBIOGAS-ER.
PD-05785-2019/2019 - COMPANHIA ESTADUAL DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - Rota Elétrica Mercosul: Suporte ao desenvolvimento e gerenciamento para mobilidade inteligente – R\$ 17.950.960,00.	Integrar o corredor elétrico do Mercosul, alocando estrategicamente estações de recarga rápida e semirrápida para veículos elétricos, de forma a proporcionar a conexão internacional dos países do eixo, a extensão de autonomia e a redução de custos de instalação e operação. Desenvolver interface para monitorar eventos de recarga em tempo real, localização e status de estações e veículos elétricos conectados. Desenvolver uma solução inovadora na forma de cobrança pela recarga, a partir da tecnologia blockchain, e identificar a necessidade de adequação local em melhorias para a instalação das estações de recarga e a alocação geográfica estratégica para reduzir o custo de instalação e os impactos no sistema elétrico, além de garantir acessibilidade facilitada aos usuários.	CEEE-GT, CEEE-D, UFSM, GM, ABB, BEM, RESE SIM, LAGHETTO e DMS.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-02866-0516/2019 - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. - Módulo para integração de distribuidora de energia elétrica com plataformas de gestão de energia pelo lado da demanda na mobilidade elétrica – R\$ 2.023.143,30.	Módulo que integra distribuidora de energia elétrica a plataformas de gestão, com a possibilidade de operações GLD também apoiadas em medições e valores de tarifas, permitindo requisições de GLD e que as cargas sejam operadas fora do horário de ponta, considerando tarifas diferenciadas e energias renováveis.	COPEL, MOTIVA e SENAI-LONDRINA.
PD-00051-0119/2019 - DME DISTRIBUIÇÃO S.A. – Sistema de eficiência inteligente para monitoramento de qualidade de energia gerada e armazenada, impacto regulatório e financeiro na implantação de mobilidade elétrica – R\$ 3.067.429,84.	Desenvolvimento de um sistema de monitoramento, compartilhamento e agendamento de carga de veículos e bicicletas elétricas no município de Poços de Caldas - MG, com a implantação de eletropostos, ciclovia elétrica e laboratório de testes de qualidade de energia para monitorar a recarga de veículos elétricos.	PUC-MG, IFSULDEMINAS, DMED, DMEE, ALBA e ABB.
PD-00063-3059/2019 - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - Soluções de suporte à expansão da infra de recarga de VEs: EPs integrados à tecnologia nacional de baterias (chumbo-carbono) e sistemas PV com reutilização de baterias de lítio (2nd life) – R\$ 19.712.209,98.	Soluções com tecnologia nacional de suporte à expansão da infraestrutura de recarga de veículos elétricos para melhorias na rede de distribuição, utilizando sistemas de armazenamento, com a reutilização de baterias de lítio associadas a sistemas fotovoltaicos isolados.	MOURA, IATI, ITEM, UFPE, CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz e RGE Sul.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-00063-3060/2019 - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - Eletromobilidade e Recursos Energéticos Distribuídos: Plataforma para ambientes urbanos inteligentes e modelos de negócios viabilizadores – R\$ 88.602.773,83.	Plataforma Inteligente para Eletromobilidade (PIE) para suporte à operação integrada e otimizada dos serviços de eletromobilidade e recarga paga e integrada a Recursos Energéticos Distribuídos. Desenvolvimento de infraestruturas e ambientes de experimentação de serviços e negócios associados.	CPqD, MGE, CAS, WAX, UNICAMP, AA, SENAI, CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz e RGE Sul.
PD-00063-3061/2019 - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - Análise da vida remanescente de baterias de veículos elétricos em second life e desenvolvimento de cabeça de série de potenciais aplicações em soluções de armazenamento de energia – R\$ 7.241.954,37.	Solução de armazenamento de energia com baterias degradadas de veículos elétricos em aplicação de second life, contemplando processo industrial para remanufatura de baterias de veículos elétricos, metodologia de seleção e classificação de células, algoritmo de identificação do tempo de vida útil restante e modelos de negócio.	CPqD, BYD, CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz e RGE Sul.
PD-00063-3062/2019 - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - Laboratório de mobilidade elétrica: Eletrificação de frotas operativas em Indaiatuba – R\$ 34.025.601,74.	Proposta de criação de um laboratório de mobilidade elétrica na cidade de Indaiatuba - SP, substituindo toda a frota de veículos de serviços da CPFL por análogos elétricos. Fabricação nacional de veículos elétricos e infraestruturas de recarga e estudos técnico-econômico e regulatórios de modelos de negócio.	GESEL, SIEMENS, VWCO, CIMATEC, FUJB-UFRJ, CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz e RGE Sul.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-00064-1058/2019 - AES TIETÊ S.A. - Desenvolvimento de modelos de negócios na eletromobilidade: Uma proposta a partir de plataformas multimodais integradas – R\$ 5.358.003,73.	Desenvolvimento e teste em ambiente real de um aplicativo interoperável para identificar as oportunidades na cadeia de valor na esfera de mobilidade elétrica, em modelos de negócio e posições como agregadora de soluções.	AES TIETÊ, B&C, Move e EMB.
PD-00382-0123/2019 - LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A. - Desenvolvimento de soluções para mobilidade elétrica compartilhada: Infraestruturas e sistemas de abastecimento para e-carsharing e micromobilidade – R\$ 8.934.094,78.	Desenvolvimento de prova de conceito de mobilidade elétrica, inserção no mercado de sistemas de e-carsharing e realização de análises técnica e econômicas da eletrificação de frotas de veículos, mediante estudo de caso com frota comercial da Light.	GESEL, MOVIDA, CIMATEC, FUJB-UFRJ, GUASCOR e LIGHT SESA.
PD-00385-0069/2019 - ELEKTRO REDES S.A. - Desenvolvimento de caminhão elétrico para manutenção de redes de distribuição de energia – R\$ 14.845.505,45.	Caminhão elétrico para manutenção de redes de distribuição, com o desenvolvimento de um conjunto inteligente para o gerenciamento da recarga e de um sistema seguro e eficiente para recargas do veículo na própria rede da concessionária.	LACTEC, BYD, ELEKTRO, CELP, COSERN e COELBA.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-00387-0022/2019 - RIO PARANAPANEMA ENERGIA S.A. - Plataforma de comercialização aberta P2P para inserção de fontes renováveis na mobilidade elétrica – R\$ 6.257.073,00.	Desenvolvimento de uma plataforma em nuvem para agregar players envolvidos na recarga de veículos elétricos e de um balcão de oportunidades de oferta simples de créditos mensais vindos de uma planta de geração distribuída, possibilitando agregação para acesso a mercados mais interessantes, como o mercado livre.	CTG, SINAPSIS, WAY2 e EIDEE.
PD-00391-0039/2019 - EDP SÃO PAULO DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA S.A. - Desenvolvimento de soluções para operação nacional de mobilidade elétrica: Mobilidade elétrica centrada no utilizador – R\$ 32.938.655,07.	Desenvolvimento de uma infraestrutura pública de recarga rápida que permita a difusão da mobilidade elétrica em rotas de longa distância. Solução pioneira e inovadora no Brasil, uma vez que este P&D servirá como laboratório para a criação de um operador nacional de mobilidade elétrica centrado no utilizador.	EDP-SP, GESEL, COPPETEC, VWCO, AUDI, PORSCHE, ABB, EJS, SIEMENS, PECÉM, LAJEADO e EDP GRID.
PD-00553-0061/2019 - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - Programa estratégico de mobilidade elétrica da Petrobras, com operação de carsharing, plataforma de serviços de recarga, modelos de negócio, infraestruturas laboratoriais e soluções para recarga – R\$ 84.004.641,64.	Living Lab de veículos elétricos e carsharing. Plataforma de serviços de recarga. Alocação ótima de eletroposto. Infraestrutura laboratorial para testes em eletropostos e baterias de veículos elétricos. Testes veiculares, eficiência energética e ACV. Solução de recarga inteligente. Eletroposto ultrarrápido, sem fio e móvel.	PETROBRAS, BR DISTRIBUIDORA, EBE, CEE, CPqD, LACTEC, UTFPR, TOYOTA, NISSAN, MOBILIS, RENAULT, UNICAMP, INCHARGE, UFSC, iDEVICES, ABB e COFELY.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-04950-0724/2019 - CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A. - Veículo elétrico com cargas rápidas regulares (eCaRR) em BRTs: Projeto piloto para demonstração e avaliação de tecnologias – R\$ 12.432.255,33.	Desenvolvimento de três mini ônibus elétricos adaptados, estação de recarga rápida e uma linha de experimental em operação e realização de estudo sobre o impacto da implantação de sistema eCaRR no transporte público em Belo Horizonte – MG, nos corredores BRT. Realização de proposta de nacionalização e produção local da tecnologia desenvolvida.	UFMG, CNH-IVECO, NANSEN-SANXING, CONCERT, CEMIG D e CEMIG GT.
PD-04950-0725/2019 - CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A. - Implantação de sistema para monitoramento e gerenciamento de carga de veículos elétricos no estado de Minas Gerais – R\$ 4.296.269,07.	Instalação de eletropostos e desenvolvimento de aplicativos para gestão e acompanhamento de informações entre concessionária, eletroposto e cliente. Também são previstos estudos normativos, regulatórios e de impactos na rede elétrica no que tange a implantação de eletropostos.	UNIFAL, FACEPE, CEMIG D e CEMIG GT.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-04951-0726/2019 - CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A. - Veículo híbrido plug-in para operação com etanol, GNV, biometano e gasolina – R\$ 13.115.965,53.	Desenvolver um protótipo de veículo híbrido plug-in, o qual contará com três pontos de recarga e painéis fotovoltaicos integrados. Investigação da possibilidade de se implantar uma solução V2G (Vehicle to Grid) denominada de “plug-in inteligente”, permitindo o fluxo bidirecional de energia entre o veículo e a rede elétrica, com a integração de diferentes tecnologias (motores flex multicomcombustível, V2G e geração fotovoltaica suplementar) em um único produto, constituindo um pioneirismo nacional na implantação destas tecnologias.	UFMG, PUC-MG, FCA, EFFICIENTIA, GASMIG, CEMIG D e CEMIG GT.
PD-05697-0219/2019 - CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. - Inserção de veículos elétricos em frotas públicas, através da conversão de veículos a combustão para tração elétrica – R\$ 6.416.076,00.	Desenvolvimento de uma solução “kit” de conversão de veículos à combustão para veículo elétrico, envolvendo as partes mecânicas e eletrônicas, bem como softwares, cabeamento e dispositivos auxiliares necessários para o controle do veículo.	CELESC e IFSC.

Código do Projeto – Proponente – Título – Custo estimado	Descrição da solução proposta	RISE (Elos principais)
PD-06585-1912/2019 - ENERGISA MINAS GERAIS DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A. - Desenvolvimento de infraestruturas dinâmicas para recarga de baterias de veículos elétricos, abastecidas com 100% de energia solar e integradas à operação da rede elétrica – R\$ 30.005.500,00.	Implantação de um sistema de armazenamento de energia móvel acoplado a um caminhão elétrico e uma plataforma digital para monitoramento e rastreamento de veículos elétricos para soluções de mobilidade elétrica eficiente.	EMC, ALSOL, UFPB, ETO, EMS, EMT, ESS, SES, EPB, EBO, ENF, EAC, ERRO e BYD.
PD-10381-0022/2019 - RIO PARANÁ ENERGIA S.A. - Conexão sustentável de mobilidade elétrica inter- UHE's: Prova de conceito de modelo de negócios para comercialização de energia em eletroposto – R\$ 8.263.433,00	Desenvolvimento de um modelo de negócio para comercialização de energia em eletropostos diretamente pela concessionária de geração, através da adaptação de eletropostos e dos estudos de sua performance em um piloto no transporte de pessoas e de cargas no entorno das UHE Jupia e UHE Ilha Solteira.	LACTEC, INCHARGE e CTG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABVE, Associação Brasileira do Veículo Elétrico. 2010. Disponível em: www.abve.org.br.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistema de inovação e desenvolvimento: As implicações de política. São Paulo Perspectivas**. São Paulo Jan./Mar. v. 19, n. 1, 2005.

CASTRO, N.; LA ROVERE, R. L.; LIMA, A. P.; MOSZOWICZ, M. **Redes de inovação: Uma abordagem teórica**. Texto de Discussão do Setor Elétrico n° 84. Julho de 2018. Rio de Janeiro.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica: Evolução**. 2017. Brasília, DF.

CONSONI, F. L. *et al.* **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos**. Universidade de Campinas. Campinas, SP. 2018.

EDP; GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico. Relatórios do Projeto **“Avaliação do Programa de P&D da ANEEL: 2008-2015”**. Um projeto cooperado da EDP, AES Brasil, CPFL Energia e Grupo Energisa e executado por GESEL e RedeSist (UFRJ). Elaboração com base em entrevistas aos principais *stakeholders* do setor elétrico, academia e grupos industriais. Relatórios do Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 4. 2019.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2050**. Rio de Janeiro, RJ. 2014.

IEA, International Energy Agency. **Global EV Outlook 2017: Two million and counting**. Paris, p. 65. 2017.

IEA, International Energy Agency. **Hybrid and electric vehicles: The electric drive commutes**. Paris. 2016.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Inovação tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro: Uma avaliação do Programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília. Comunicado do IPEA n. 152, Julho de 2012.

MAJONE, G. **Do Estado positivo ao Estado regulador: Causas e consequências de mudanças no modo de governança.** RSP Revista do Serviço Público, Ano 50, n. 1, Jan./Mar. de 1999.

MASIERO, G. *et al.* **The global value chain of electric vehicles: A review of Japanese, South Korean and Brazilian cases.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 80(C), pp. 290-296, 2017.

POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (org.). **Inovação Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro.** Uma avaliação do Programa Regulado pela ANEEL. Brasília: IPEA, 2011.

WEF, World Economy Forum. **Electric vehicles for smarter cities: The future of energy and mobility.** World Economic Forum. 2018.

WEF, World Economy Forum. **The future of electricity: New technologies transforming the grid edge.** Geneva: World Economic Forum, in collaboration with Bain & Company, 10 March 2017.

APÊNDICE METODOLÓGICO

Este apêndice metodológico detalha os processos metodológicos referentes aos Capítulos 4 e 5.

1. BANCOS DE DADOS

Para delimitar e caracterizar as interações do setor acadêmico em energia elétrica, propõe-se a construção de um banco de dados utilizando as informações da Plataforma Lattes, em combinação com os dados fornecidos pela ANEEL sobre os projetos financiados no período de 2008 a 2015. A combinação destas duas fontes de informação fornece um panorama completo da participação de pesquisadores e das capacidades de pesquisa no setor de energia elétrica, no Brasil. A seguir, serão detalhadas as características de cada banco de dados e como os mesmos foram utilizados na pesquisa.

1.1 - PLATAFORMA LATTES

A Plataforma Lattes do CNPq contém dois grandes bancos de dados: o Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) e os Currículos Lattes.

O DGP é uma das fontes de informações mais abrangentes sobre a capacidade instalada de pesquisa no nível nacional e contém informação sobre linhas de pesquisa, integrantes, parceiras, setores de aplicação, etc. O CNPq realiza censos de Grupos de Pesquisa (GP) aproximadamente a cada dois anos para atualizar os dados, quando as informações devem ser fornecidas e confirmadas pelos líderes do GP¹. O último censo foi realizado no ano de 2014, o que garante a atualização dos dados dos grupos no período de referência da pesquisa.

Os Currículos Lattes contêm informações sobre pesquisadores individuais e suas atividades, como publicações, orientações, projetos de pesquisa, par-

¹ Até hoje, foram realizados dez censos, em 1993, 1995, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 e 2014.

ticipação em congressos e eventos acadêmicos, etc. Este sistema foi lançado pelo CNPq no ano de 1999 e, em 2007, já possuía um milhão de cadastros (DIGIAMPIETRI *et al*, 2012). As informações sobre os projetos de pesquisa contidas nos Currículos Lattes possuem a vantagem de reunir o histórico de projetos de pesquisa ao mesmo tempo em que detalha informações difíceis de serem obtidas de forma sistematizada, em especial sobre as fontes de financiamento, a formação das equipes, dentre outras.

A Plataforma Lattes tem sido utilizada por uma gama de instituições de CTI para assessorar e direcionar políticas, assim como por pesquisadores em temas muito diversos. Entretanto, como alguns autores assinalam, o acesso aos dados primários e sua arrumação é uma tarefa complexa (DIGIAMPIETRI *et al*, 2012). Estas questões são ainda mais desafiadoras quando se trata de estudar algum tipo de interface entre os dois bancos de dados, o DGP e os Currículos Lattes.

Nos últimos anos, foram desenvolvidos vários estudos no nível macro de exploração destas bases de dados, em especial a partir de análises de redes e mineração de dados. Por exemplo, no caso dos Currículos Lattes, Digiampietri *et al*. (2012) realizaram uma mineração de mais de um milhão de currículos, explorando os dados agregados da plataforma e seus principais componentes, Mena-Chalco *et al*. (2014) estudaram as redes de coautoria entre os pesquisadores, totalizando 1.131.912 redes, em todas as áreas de conhecimento, e Brito *et al*. (2016) propuseram o desenvolvimento de uma metodologia para explorar os currículos, a partir de descritores, para a identificação do corpo de conhecimento em áreas específicas.

No caso do DGP, Alves Furtado (2016) apresenta uma exploração das redes dos GP, com ênfase na interação com empresas, a partir da recuperação de informação de 35.424 grupos. Em relação à análise desenvolvida na presente pesquisa, não foi encontrado qualquer estudo que tenha a mesma metodologia para o setor elétrico. Os estudos que se assemelham realizaram análises de coautoria, mas não foram encontrados estudos que avaliam a parceria de projetos no Setor Elétrico Brasileiro. Trata-se, portanto, de uma inovação metodológica.

Vale ressaltar que a extração de microdados desta plataforma só foi possível em função do desenvolvimento de softwares livres, como o que foi utilizado nesta pesquisa: o *Scriptlattes*. O programa foi desenvolvido no ano 2005, pelos pesquisadores da Universidade Federal do ABC Paulista, Jesus P. Mena-Chalco e Roberto M. Cesar-Jr². Este programa permite recuperar informações públicas da Plataforma

2 <http://scriptlattes.sourceforge.net>

Lattes e sistematizá-las de forma que facilite sua exploração estatística. Nesta pesquisa, contou-se com a assistência técnica do Engenheiro em Computação Jesus P. Mena-Chalco na extração de dados com o *Scriptlattes*.

1.2 - SELEÇÃO DE CASOS E EXTRAÇÃO DE DADOS

A primeira etapa para a extração de dados foi definir quais são os pesquisadores incluídos na definição do setor de energia elétrica na Plataforma Lattes. Neste sentido, definiu-se iniciar o recorte a partir do DGP dentro da Plataforma Lattes. A metodologia de seleção foi a seguinte:

- i. Selecionar os GP no DGP que indicam ter aplicação no setor de atividade “eletricidade e gás”, conforme definição na plataforma.
- ii. Realizar filtros por descritores para especificar os grupos em energia elétrica. Os descritores utilizados foram elétrica, eléctrico e eletricidade.
- iii. Após esta primeira filtragem, obteve-se uma lista de GP, a qual passou pela validação de especialistas da área de energia elétrica³. Com base nas linhas de pesquisa e nas áreas temáticas dos grupos, os especialistas validaram a base de dados, confirmando quais os GP que possuíam pesquisas com aplicações no setor de energia elétrica.

Após esta seleção, foi identificado um total de 823 GP, com 1.336 pesquisadores líderes. A partir deste conjunto de GP e pesquisadores, foi realizada uma extração de dados do DGP, dando origem ao primeiro banco de dados com informações sobre os grupos, pesquisadores líderes de grupos, instituições parceiras, linhas de pesquisa, áreas de conhecimento, formação de recursos humanos, entre outras. Para esta extração, o pesquisador Jesus P. Mena-Chalco desenvolveu um *script* de mais de 300 linhas de programação.

Posteriormente, para cada um dos 1.336 líderes de GP, foi recuperado o seu *Curriculum Lattes* da Plataforma Lattes do CNPq. Desta forma, foi possível obter informações sobre as instituições do pesquisador e a identificação dos seus projetos de pesquisa, a partir da extração realizada com auxílio do software *Scriptlattes*.

³ Os especialistas pertencem à equipe de pesquisa do GESEL.

1.3 - BANCO DE DADOS DA ANEEL

Com base no processamento dos 4.713 arquivos XML enviados pela ANEEL, foram geradas planilhas, depuradas para extrair informações sobre os projetos de pesquisa e os pesquisadores participantes, no período de 2008 a 2015. A descrição da composição deste banco de dados, com base em um modelo entidade-relação, e os campos de cada planilha estão apresentados no capítulo 4, em conjunto com o detalhamento do processamento. Resumidamente, o banco de dados inclui informações sobre 2.529 projetos de P&D e 722 Capítulos Finais dos projetos.

Este banco de dados contém informações sobre a equipe de pesquisa da empresa executora do projeto, o que permitiu a identificação dos pesquisadores, em um total de 6.023 nomes⁴. Destes, 4.586 pesquisadores possuíam *Curriculum Lattes* registrado e, neste caso, foram extraídas informações sobre a sua instituição e os projetos de pesquisa que participaram, no período de 2008 a 2015.

No caso da análise de redes dos projetos P&D, trabalhou-se com os dados dos Capítulos Finais dos projetos, fornecidos pela ANEEL, para o período de 2008 a 2015. Para a construção das redes, foi preciso realizar uma série de procedimentos, de forma a recuperar os dados das empresas proponentes e das instituições executoras dos projetos. No primeiro caso, os dados das empresas proponentes foram trabalhados a partir de seus códigos, segundo a classificação da ANEEL no código DUTO⁵. Destaca-se que, no total, foram processados dados de 154 empresas.

No segundo caso, para recuperação dos dados das instituições da equipe executora dos projetos de P&D, foi necessário um trabalho bastante intenso de avaliação das informações fornecidas pela ANEEL. A razão disso deriva do fato de que, várias vezes, as instituições declaradas no formulário do Capítulo Final são as instituições administrativas que fazem a gestão dos projetos, como as fundações de pesquisa de diversas universidades, e não as instituições onde efetivamente estão sediados os pesquisadores. Para corrigir esta incongruência, as instituições dos pesquisadores foram procuradas no *Curriculum Lattes* na Plataforma do CNPq. No caso dos integrantes das equipes executoras apresentados nos Capítulos Finais, havia 4.149 *Curriculum Lattes*, sendo que 2.906 estavam completos no que diz respeito à instituição principal e 1.243 não.

4 Em alguns casos, os nomes estavam duplicados ou tinham erros na escrita. Estes erros foram consertados a partir de informações contidas na Plataforma Lattes.

5 Alguns códigos no banco de dados da ANEEL não se encontram detalhados dentro do código DUTO, quais sejam, 6961, 6471, 6472, 5355, 5364, 5367, 5369, 5371, 6898, 7016, 5351, 6305, 5440, 2013, 6910, 6903, 6599, 6981, 2949, 7236, 6932, 7284, 6296, 6921, 6683, 1, 6483, 6492, 5217, 6899, 502, 2381, 2763, 2351, 598, 2783 e 3627.

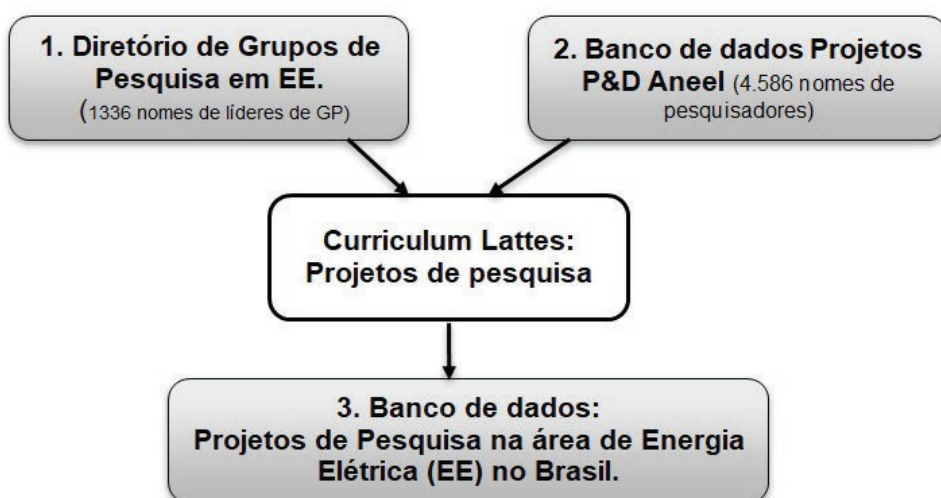
Além disso, nesta base de dados, foram utilizadas informações sobre as orientações temáticas dos projetos e os principais produtos, segundo o Capítulo Final da pesquisa.

1.4 - CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS DE PROJETOS DE PESQUISA NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL

A extração de informações dos *Curriculum Lattes* destes pesquisadores (líderes de GP e participantes do programa da ANEEL) gerou um terceiro banco de dados, com informações sobre 5.725 pesquisadores e 12.716 projetos de pesquisa. Este banco de dados contém informações sobre a instituição do pesquisador, endereço, unidade da federação, área de conhecimento, o título dos projetos em que participou, os resumos destes projetos, o ano de início e de finalização e a fonte de financiamento dos projetos.

Após a extração dos dados, foi necessário trabalhar na homogeneização e na normalização dos nomes das instituições e das fontes de financiamento, para posteriormente agrupá-los em categorias relevantes de análise. Este processo de limpeza de dados foi realizado com o software livre *Openrefine* e o Diagrama 1 apresenta as etapas para a construção deste banco de dados.

Diagrama 1: Esquema de construção de bancos de dados dos projetos de pesquisa na área de energia elétrica no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Como deverá sempre haver coincidências de projetos na base de dados da ANEEL e no banco de dados dos pesquisadores do setor elétrico, foi desenvolvida uma metodologia em quatro passos para conferir se tais projetos da ANEEL estão contidos na base de dados do setor. Os passos metodológicos foram:

- i. Identificação dos títulos dos projetos por coincidência perfeita;
- ii. Identificação por coincidência aproximada (cinco descritores);
- iii. Identificação dos projetos com a ANEEL como fonte de financiamento; e
- iv. Identificação dos projetos que, no título ou no resumo, colocam a palavra ANEEL.

No total foram identificados 1.004 projetos, número similar ao contido no banco de dados com os Capítulos Finais de projetos da ANEEL, no período de 2008 a 2015.

Acredita-se que, a partir da complementação destes bancos de dados, seja possível obter uma *proxy* para as capacidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica do Brasil. Desta forma, o presente trabalho tem como hipótese que os dados dos *Curriculum Lattes* conseguem captar uma parte significativa dos projetos regulados pela ANEEL no período.

A partir destes três bancos de dados, espera-se compreender a distribuição das capacidades de pesquisa no território nacional em energia elétrica e como têm evoluído as interações entre os pesquisadores e dos pesquisadores com empresas no período 2008-2015.

2. TÉCNICAS DE ANÁLISE E TRABALHO DE CAMPO

2.1 - TÉCNICAS QUANTITATIVAS E ANÁLISES DE REDES SOCIAIS

Para o mapeamento das capacidades, foi realizada uma análise descritiva dos grupos de pesquisa. Esta análise procurou identificar padrões relevantes para compreender as interações entre empresas do setor elétrico, empresas fornecedoras de serviços e instituições de CTI, como universidades, centros de pesquisa, etc.

Para avaliar estas interações, foi realizada uma análise das redes entre os pesquisadores do banco de dados de projetos de pesquisa na área de energia elétrica

no Brasil. As redes se formam a partir das conexões entre pesquisadores quando estes participam, conjuntamente, de um mesmo projeto de pesquisa. Neste sentido, a definição de participação conjunta se estabelece caso o projeto possua um título igual. Destaca-se que foram analisados três tipos de redes:

- i. Interações institucionais, que se referem às conexões em projetos de pesquisa entre pesquisadores em diferentes tipos de instituições, com especial foco nas interações entre pesquisadores em instituições de CTI e empresas;
- ii. Interações territoriais, com a avaliação das conexões em projetos de pesquisa entre pesquisadores segundo a grande região e o estado das suas instituições; e
- iii. Interações cognitivas, cujas conexões em projetos de pesquisa entre pesquisadores é verificada de acordo com grande área de conhecimento e disciplinas.

A análise das redes incluiu uma comparação da evolução temporal das interações entre 2008 e 2015, a partir da conformação de dois períodos: período 1 (2008-2011) e período 2 (2012-2015). A Tabela 1 resume as redes de interações que foram realizadas por período.

Tabela 1: Redes de interações por período

Redes de interações	Períodos
Institucionais	(2008-2011) (2012-2015)
Territoriais	(2008-2011) (2012-2015)
Cognitivas	(2008-2011) (2012-2015)

Fonte: Elaboração própria.

Dentre a grande diversidade de softwares disponíveis para realizar a análise de redes, optou-se por trabalhar com o Gephi. Esta escolha se justifica porque o Gephi é um potente software livre de análise e visualização de dados, que permite o trabalho com grandes bancos de dados de forma rápida, além de possuir uma comunidade de usuários em crescimento, com foros de consulta atendidos pelos próprios desenvolvedores do software. O programa também habilita o ajuste de parte dos algoritmos e das métricas às necessidades do usuário, ao mesmo tempo em que fornece uma ótima representação visual e gráfica das redes.

2.2 - ENTREVISTAS QUALITATIVAS E CODIFICAÇÃO

A técnica de entrevista foi usada para se conseguisse captar as percepções de importantes pessoas do setor elétrico sobre os alcances e limites dos projetos de P&D da ANEEL.

Dentro dos diversos formatos de entrevista, foi selecionada a entrevista semiestruturada⁶. A amostragem foi realizada segundo uma estratégia de maximizar a comparação entre os casos. Deste modo, os casos foram selecionados procurando integrar as percepções daqueles pesquisadores que atuavam em grupos de pesquisa com uma alta participação nos editais do Programa de P&D da ANEEL, assim como daqueles pesquisadores que, no período analisado, faziam parte de grupos de pesquisa que tiveram uma baixa participação⁷.

O trabalho de campo foi realizado entre os meses de setembro e dezembro de 2017 e a distribuição das entrevistas, segundo organizações e estados, é detalhada na Tabela 2.

6 Os tipos de roteiros destas entrevistas são similares aos de entrevistas padronizadas não programadas, em que o importante é focalizar em um mesmo grupo de questões em todas as entrevistas, não havendo, porém, uma ordem fixa na formulação das perguntas. Essa ordem pode mudar em cada entrevista, em função da dinâmica da conversa e da experiência do entrevistado. A seleção deste tipo de roteiro, que combina estruturação nos conteúdos com flexibilidade no ordenamento, se justifica, por um lado, na necessidade de gerar um espaço de diálogo que seja confiável para o entrevistado, de forma que possa reconstruir sua experiência e sua avaliação no período de análise. Por outro lado, esta escolha se justifica, também, a partir da necessidade de dirigir a entrevista para aquelas questões de interesse da pesquisa, de modo a gerar informações comparáveis entre os discursos dos entrevistados.

7 A caracterização de alta participação no Programa ocorre em função do número de projetos no período de avaliação, enquanto que os pesquisadores com baixa participação são aqueles que possuem apenas um projeto no período.

Tabela 2: Entrevistas realizada segundo instituição

Região	Estado	Nº de entrevistas	Instituição
Sudeste	Rio de Janeiro	6	CEPEL
			Coppetec
			PUC-RIO
			Coppe
	São Paulo	12	CGTI- Centro de Gestão de Tecnologia e Inovação (Campinas)
			CpQD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento e Telecomunicações (Campinas)
			Universidade Estadual de Campinas
			Universidade de São Paulo
			FAPESP
			Universidade de São Paulo (São Carlos)
			Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)
	Minas Gerais	6	Universidade Federal de Minas Gerais
			Universidade Federal de Uberlândia
Centro-Oeste	Distrito Federal	2	Universidade Nacional de Brasília
			Universidade Católica de Brasília
Sul	Rio Grande do Sul	2	Universidade Federal de Santa Maria
			Universidade de Rio Grande do Sul
Nordeste	Ceará	1	Universidade Federal do Ceará
	Pernambuco	5	Universidade Federal de Pernambuco

Fonte: Elaboração própria.

As entrevistas foram transcritas e analisados com o auxílio do software MAXQDA, especializado em análises qualitativas⁸.

Por fim, é importante ressaltar que o desenho metodológico desenvolvido exclusivamente para o âmbito desta pesquisa permitiu um detalhamento da análise a partir da combinação de várias fontes de informação, primária e secundária, co-

⁸ Para o uso do software, foi realizada uma oficina de formação com todos os pesquisadores participantes do projeto, quando se trabalhou nas ferramentas básicas da pesquisa qualitativa e nas características da codificação.

letadas com distintas técnicas quantitativas e qualitativas. Essa possibilidade de complementação de técnicas permite uma visão mais completa sobre as inúmeras dimensões analíticas e fornece uma gama de informações. Ademais, trata-se de uma abordagem pioneira, com a construção inédita de banco de dados sobre os projetos de pesquisa do setor elétrico.

AUTORES

Nivalde José de Castro

Professor Doutor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ desde 1975. Leciona disciplinas na graduação e pós-graduação sobre o setor elétrico. Coordenador do GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico- vinculado ao PPED –Programa de Pós Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento -, onde desenvolve pesquisas e estudos sobre inúmeros aspectos relacionados direta e indiretamente com o setor elétrico: análise do modelo de estruturação, matriz de energia elétrica, padrão de financiamento, processo de concentração, regulação, modelagem dos leilões de energia e de linhas de transmissão, equilíbrio econômico - financeiro das empresas do setor, linha de estudos sobre governança corporativa pública. Ao longo dos últimos anos, coordenou de pesquisas contratadas por grupos como Eletrobras, EDP, CSN, AES, Unica, Furnas, Itaipu Binacional, CPFL, ENEVA e ENERGISA.

José Eduardo Cassiolato

Economista com pós-doutorado na Université Pierre Mendes-France, França. Ph.D. em Desenvolvimento, Industrialização e Política Científica e Tecnológica – SPRU, Sussex University, Inglaterra. Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ). Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE). Coordenador da RedeSist.

Renata Lèbre La Rovere

Possui graduação em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1983), especialização em Economia Industrial pela UFRJ (1985), D.E.A em Structures Productives et Systeme Mondial - Université de Paris VII - Université Denis Diderot (1986), França e doutorado em Economia - Université de Paris VII, França (1990). Foi professora visitante do Latin American Studies Center e do Management and Information Systems Department da University of Arizona entre 1991 e 1992 e realizou pesquisa em nível de pós-doutorado no Wissenschaftszentrum da Universidade de Rostock, Alemanha, entre 1995 e 1996. Desde 1993 é professora do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ), ocupando atualmente o cargo de Professor Associado IV. É pesquisadora do Grupo de Economia da Inovação do IE/UFRJ e participa também de pesquisas da RedeSist e do GESEL. Tem experiência na área de Economia Industrial, com ênfase em Mudança Tecnológica, pesquisando principalmente os seguintes temas: empreendedorismo, inovação, tecnologias da informação e comunicação, desenvolvimento local.

Marcelo Gerson Pessoa de Matos

Economista. Doutor em Economia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Professor e Coordenador de Graduação do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ) e do Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED-IE/UFRJ). Pesquisador da RedeSist.

Fernando Campagnoli

Possui graduação em Geologia pela Universidade de São Paulo (1986), mestrado em Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (1996), doutorado em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2002), pós-doutorado em Gestão de Reservatórios no Instituto Internacional de Ecologia (2005) e atualmente é Pós Graduando no Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia da UFRJ em Economia da Inovação. Tem especialização em Gestão de Políticas públicas de Proteção Social pela ENAP.

Atuou como pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT por 15 anos e na gestão pública federal como Diretor de Produtos no Sistema de Proteção da Amazônia do Ministério da Defesa e como Coordenador Geral da Amazônia na Secretaria de Patrimônio da União do Ministério do Planejamento.

Autor de artigos e livros nos temas relacionados à erosão, assoreamento, regularização fundiária, gestão de reservatórios, políticas públicas territoriais e redes de inovação voltadas à eletromobilidade.

Maria Gabriela Von Bochkor Podcameni

Economista. Mestre e Doutora em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor de Economia, Inovação no Instituto e Meio Ambiente do Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro (IFRJ). Pesquisadora da RedeSist (Rede de Sistemas Produtivos e Inovadores Locais). Membro do Secretariado da Globelics - Rede Global de Economia de Sistemas de Aprendizagem, Inovação e Capacitação.

Mauricio Moszkowicz

Coordenador executivo do GESEL. Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro com Master of Business Administration (MBA) no Setor Elétrico na IAG - Escola de Negócios da PUC-Rio. Ocupou diversos cargos na estrutura organizacional do CEPEL entre 1973 e 1998. Foi Coordenador do Programa Xingó pelo CNPq entre 1998 e 1999. Atuou como Diretor de Projeto da FBDS - Fundação Brasileira Desenvolvimento Sustentável, entre 1998 e 1999. Foi Gerente Executivo do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) entre 1999 e 2008. Entre 2009 e 2014 atuou como Gerente de Novos Negócios em Tecnologia Renováveis. Participou da implantação da primeira usina solar do Brasil em Tauá; do desenvolvimento de projetos eólicos para participação em leilões de energia.

Rubens Rosental

Economista formado na UFRJ, possui Mestrado em Engenharia de Produção na COPPE/UFRJ. É Pesquisador Sênior do GESEL/UFRJ nas áreas de Cenários Macroeconômicos, Governança Corporativa e Integração Energética. Ao longo dos últimos anos, participou de pesquisas contratadas por grupos e instituições como EDP, CSN, AES, Unica, Eletrobras, Furnas, Itaipu Binacional, CPFL, ENEVA, LIGHT, ENERGISA e ABRADDEE.

André Alves

Formado em Ciências Econômicas pela UFRJ, com ênfase na área de energia. Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED-UFRJ), na linha de Instituições, Estratégias e Desenvolvimento. Atualmente é aluno de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Economia pela Universidade Federal Fluminense (UFF) na área de Macroeconomia e Finanças. Possui experiência de estágio no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) onde atuou na área de Regulação e Defesa da Concorrência. Atualmente é pesquisador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL/UFRJ).

Marina Szapiro

Doutora em Economia. Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1996), mestrado em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1999) e doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005). Foi analista de projetos da Finep no período de 2008 a 2010 e desde 2010 é professora adjunta do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Pesquisadora da RedeSist (IE/UFRJ). Entre 2015 e 2019 foi Diretora Adjunta de Pesquisa do IE/UFRJ. É especialista na área de Economia da inovação, atuando principalmente nos seguintes temas: política industrial e de ciência, tecnologia e inovação (C, T & I); sistema de inovação e desenvolvimento; e arranjo produtivo local.

Maria Martha Brito

Maria Martha Brito possui graduação em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e mestrado em Política e Análise Econômica pela Universidade Paris Nord. Atualmente, é pesquisadora na Rede de Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Antonio Pedro Lima

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre e doutorando pelo Instituto de Economia da UFRJ. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economia da inovação, da tecnologia e internacional.

Micaela Mezzadra

Formada em Relações Internacionais pela Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. Mestre e candidata a PhD em Políticas Públicas e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora da Rede de Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

João Marcos Hausmann Tavares

Professor de economia da Universidade Federal Fluminense (IEAR/UFF) e pesquisador RedeSist (IE/UFRJ). Doutor em Economia (UFRJ), possui mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento e graduação em ciências econômicas, ambos cursados na Universidade Federal do Rio de Janeiro. É membro do conselho científico do LALICS (Latin American Network for Economics of Learning, Innovation and Competence Building Systems); Prêmio Brasil de Economia 2018 COFECON (2o lugar - tese de doutorado) (Título da tese: “A Economia Política da Internacionalização Financeira e Tecnológica: uma análise das contribuições de François Chesnais e Maria da Conceição Tavares”)

Manuel Gonzalo

Researcher-professor at PRODEM, Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina, in Universidad Nacional de Chilecito (UNDEC), Argentina, and researcher at REDESIST, Instituto de Economia, Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), Brazil. He graduated in Economics (UBA) and has a master's degree in Economics and Industrial Development (UNGS) and a doctoral degree in Economics (UFRJ). His main research topic is State, innovation and entrepreneurial systems in the Global South, focusing on India, Brazil and Argentina. He is professor at the undergraduate and graduate levels at different universities, teaching courses mainly on comparative development, industrial organization, and innovation and entrepreneurial systems. He is member of GLOBELICS, LALICS, RED PYMES MERCOSUR and YOUNG SCHOLAR INITIATIVE networks.

Roberto Brandão

Coordenador da área de Geração e Mercados do GESEL. Formado em Filosofia pela PUC - Rio e Economia pela UFRJ, é mestre em Filosofia pela PUC e de Economia pela Unicamp-SP e MBA em Finanças pelo Ibmecc. Tem realizado pesquisas na área de financiamento da expansão do setor elétrico, estratégias empresariais, Project Finance no Brasil e na Europa e avaliação de investimentos de geração e transmissão de energia elétrica. É consultor na área de finanças de empresas do setor elétrico como: Eletrobrás, Furnas, Chesf, Alusa, entre outras. Pesquisador Sênior em Finanças do Gesel.

Guilherme de A. Dantas

Sócio Fundador da Essenz Soluções. Doutor em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Possui Mestrado em Economia e Política da Energia e do Ambiente pela Universidade Técnica de Lisboa e Graduação em Economia pela UFRJ. Especialista em Economia da Regulação, com ênfase em modelos de remuneração por incentivos e estrutura tarifária. Além disso, realiza estudos técnicos-econômicos de projetos de tecnologias renováveis no setor elétrico e de biorrefinarias produtoras de biocombustíveis avançados e/ou produtos químicos. Ao longo dos últimos anos, prestou serviços para grupos e instituições como EDP, CSN, AES, Unica, Eletro-

bras, CPFL, ITAIPU BINACIONAL, ONS, ENEVA, ENERGISA, LIGHT, Instituto ABRADÉE e CEPAL/ONU, assim como, ministrou inúmeras palestras no Brasil e no exterior. Entre 2007 e 2012, atuou como Pesquisador Sênior do GESEL e entre 2013 e 2019 coordenou projetos do setor de distribuição do mesmo grupo. Foi sócio da empresa de consultoria TECHNE/GESEL entre 2010 e 2019. Autor de livros e artigos no setor de energia e revisor de periódicos internacionais, dentre os quais, Energy Policy, Ômega e Renewable and Sustainable Energy Reviews.

Maria Alice Espínola de Magalhães

Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE-UFRJ, com graduação em Economia pela UFRJ. Egressa do Programa Prossiga/ CNPq/MCT, atualmente coordena o desenvolvimento das bibliotecas virtuais do NUCA-IE/UFRJ e realiza estudos nas áreas de inclusão digital, alfabetização digital e cultura informacional-digital na formação profissional. Como pesquisadora do GESEL, exerce a coordenação executiva das Bibliotecas Virtuais do Setor Elétrico. Ao longo dos últimos anos, participou de pesquisas contratadas por grupos como Eletrobras, CPFL, ENEVA e ENERGISA. É sócia da empresa de pesquisa e consultoria TECHNE-GESEL.

Diogo Salles Cerqueira

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico do Instituto de Economia da UFRJ (GESEL/UFRJ).

Júlia Terra Miranda Machado

Técnica de Meio Ambiente e Gestora Ambiental (Instituto Federal do Rio de Janeiro), Mestranda em Gestão de Águas e Costas (Erasmus Mundus Water and Coastal management - UNIBO, UAlg, UCA) e colaboradora do Laboratório Social COEDPA.

Alexandre Dominice

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes (2001). Especialista no setor de serviços públicos de energia elétrica desde 1994 (26 anos a atual). É pós-graduado pela Fundação Getúlio Vargas – FGV/SP no curso de MBA em Gestão Estratégica de Tecnologia da Informação. Possui certificação COBIT (ISACA), ITIL (ITPARTNERS), SAP (módulos R/3, ISU/CCS, Archiving, GRC/IdM). Mestrando no Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA na área de Gestão Tecnológica – PG/CTE-G. Atualmente é Especialista em Engenharia e Desenvolvimento Tecnológico/P&D e Gerente do Programa de P&D ANEEL desde o ano de 2016 na EDP, empresa multinacional com operações em 14 países, no segmento de Distribuição, Geração, Transmissão e Comercialização de Energia Elétrica.

Dentre os projetos em que foi gerente, destacam-se o projeto SAP GRC/IdM (case mundial SAP) e Laboratório de Smart Grid USP/EDP, considerado o 1º laboratório de redes elétricas inteligentes da América Latina. E os atuais com destaque: SIAD-AERO-Sistema de Inspeção Autônoma-Cooperativa de Ativos de Energia Elétrica com uso de VANTS, Geração Distribuída Solar, Avaliação do Programa de P&D ANEEL 2008-2015. Possui artigos publicados em periódicos internacionais e em revistas nacionais e em anais eventos (congressos, seminários).

João Paulo Niggli Silva

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelas Faculdades Oswaldo Cruz. Especialista no setor de serviços públicos de energia elétrica desde 2009 (11 anos a atual). Possui especialização em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV/SP no curso GVPEC em Gerenciamento de projetos. Possui Mestrado pela Universidade de São Paulo – USP na área de concentração de Sistemas Elétricos de Potência/Energia. Já atuou durante 10 anos no Programa de P&D ANEEL e atualmente é Analista de Sustentabilidade na EDP, empresa multinacional com operações em 14 países, no segmento de Distribuição, Geração, Transmissão e Comercialização de Energia Elétrica.

Dentre os projetos que já participou, destacam-se a Projeção e Avaliação de Cenários de Penetração de Veículos Elétricos nas Áreas de Concessão das Distribuidoras do Grupo EDP, Geração Distribuída Solar, Plataforma Multisserviços Para a Realização de Podas em Indivíduos Arbóreos, Ampliação do Escopo do Sistema de Gestão Integrado das Distribuidoras da EDP, Avaliação do Programa de P&D ANEEL 2008-2015. Possui artigos publicados em anais de eventos nacionais e internacionais (congressos, seminários).

Vanessa Rafaela de Souza Demuner

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade Novo Milênio (2016). Engenheira de Planejamento na EDP Espírito Santo. É pós-graduada pela Faculdade Estácio de Sá/ES no curso de MBA em Gerenciamento de Projetos. Atualmente atua como Engenheira no Desenvolvimento Tecnológico/P&D na EDP, empresa multinacional com operações em 14 países, no segmento de Distribuição, Geração, Transmissão e Comercialização de Energia Elétrica. Possui artigos publicados em periódicos (congressos, seminários). Possui curso técnico em Ferrovias pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Dentre os projetos em que atuou, destacam-se o projeto Laboratório de Smart Grid USP/EDP, considerado o 1º laboratório de redes elétricas inteligentes da América Latina. E os atuais com destaque: Sistema de Inspeção Autônoma-Cooperativa de Ativos de Energia Elétrica com uso de VANTS, Geração Distribuída Solar, Avaliação do Programa de P&D ANEEL 2008-2015, Utilização do Filme OPV adesivo, Mobilidade Elétrica.

Joselino Santana Filho

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes (2004). cursou durante 3 anos o mestrado na POLI/USP na área de Sistema de Potência. É pós-graduado pela Fundação Getúlio no curso MBA em Gestão Empresarial (2011). Atualmente é Gerente Operacional da área de Desenvolvimento Tecnológico da Bandeirante Energia S A. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Medição, Controle, Correção e Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. Atualmente está voltado para a convergência da Distribuição ao Smart Grid.

Denis Mollica

Atual Gestor Executivo de Engenharia e Sistemas da Unidade de Distribuição de Energia. Gerir equipe de engenheiros, analistas e especialistas do Negócio, voltada na evolução constante das normas e sistemas da Unidade Distribuição no Brasil; Gerir o aprimoramento das pessoas através de um plano de aperfeiçoamento, desenvolvimento, crescimento e certificação, buscando novas competências e diversificação do conhecimento, focando no: engajamento total, responsabilidade 100% (100/100), inovação, governança, gestão de projetos, desenvolvimento tecnológico, normas, padrões, especificações e sistemas.

Eduardo Heraldo dos Santos Silva

Graduado em Ciências Econômicas e Pós-graduado em Gerenciamento de Projetos pelo IBMEC. Atua no setor elétrico há 17 anos. Pós-graduando pela UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas no curso de MBA em Gestão Estratégica da Inovação Tecnológica. Atualmente é Gestor de Projetos de P&D e Inovação e Gerente do Programa de P&D ANEEL desde o ano de 2017 na AES Tietê, empresa multinacional, no segmento de Geração de Energia Elétrica.

Dentre os projetos que gerenciou, destacam-se: Sistema Inteligente de Controle e Otimização de Microrredes; Desenvolvimento do Produto, Implantação de Piloto e Modelagem de Negócios; Geração de Energia Hidrocinética sem Alagamento com Sistema Flutuante Modular; Unidade auxiliar de geração de eletricidade com célula a combustível alimentada com hidrogênio obtido do etanol - Fase 2. E atualmente : Desenvolvimento de sistema de eletrólise da água para produção de hidrogênio e uso em grupos geradores Dual Fuel (H₂ - BD) como solução de armazenamento de energia e descarbonização da geração térmica; Sistema de Iluminação artificial, programável, full spectrum, para otimização do custo da energia elétrica consumida pelas estufas verticais urbanas, e; Sistema Computacional para o Aumento da Segurança de Pessoas, Ativos e Meio Ambiente nas Usinas Hidrelétricas. Possui artigos publicados em periódicos internacionais, revistas nacionais e anais em Congressos e Seminários

Tales Fonte Boa Souza

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de São João Del-Rei (2017) e ensino-médio-segundo-grau pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (2011). Atualmente é Analista de Inovação do Rio Grande Energia.

Rafael Moya

Graduado em Engenharia Elétrica ênfase em Eletrônica pela Universidade de São Paulo, especialista em gestão de projetos pela Fundação Dom Cabral. Atualmente é Coordenador de projetos de inovação da Companhia Paulista de Força e Luz. Atuando na coordenação da equipe de gestão de projetos, prospectando, formatando e gerenciando o portfólio de projetos de inovação da empresa.

Amadeu Fernandes de Macedo

Possui graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica pela Universidade de Taubaté (2004), pós-graduação (MBA) em administração de empresas pela FGV-EASP (2008) e pós-graduação em proteção do sistema elétrico de potência pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2016). Atualmente é coordenador dos programas de P&D e EE na empresa Eletropaulo Metropolitana. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência, atuando principalmente nos seguintes temas: linhas de transmissão, ampacidade, termo-resistente e recapacitação, subestações, processos de licenciamento e liberação de obras, bem como processos de inovação, pesquisa e desenvolvimento e eficiência energética.

Rafael Nielson

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2013), na área de Qualidade da Energia Elétrica. Desenvolve suas atividades na Concessionária de Distribuição de Energia Elétrica CELG Distribuição S.A. no Estado de Goiás, na área de Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico - P&D, atuando também como Gestor de Projetos em Smart Grid e Geração Distribuída. Possui larga experiência em Eficiência Energética e Qualidade da Energia Elétrica, incluindo medições, análises e laudos, tendo atuado diretamente por mais de 12 anos nestas áreas.

Vinícius Ferreira Goulart

Graduado em Engenharia Elétrica pelo CEFET-MG (2016). Experiência de 3 anos no Setor Elétrico nas áreas de Proteção, Infraestrutura e Inovação. Atualmente ocupando a posição de Analista de Inovação no Grupo Energisa, empresa nacional com 11 distribuidoras que atende um total de 20 milhões de pessoas.

Dentre os Projetos em que atuou como Gerente, destaca-se o OPV (*Organic Photovoltaic*), no qual foi desenvolvido uma metodologia de aplicação de filmes fotovoltaicos a fachadas de vidro por adesivação.

Ana Flávia de Paula Amaral

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Ouro Preto (2018). Atua dentro do Programa de P&D ANEEL como analista de inovação do Grupo Energisa e é responsável pelo processo de comercialização dos produtos de inovação.

Dentre suas atividades, destaca-se o recebimento de um investimento pelo Programa de Incentivo à Inovação por seu projeto de pesquisa de fontes alternativas de geração de energia elétrica de baixo custo. Dentro do Grupo Energisa destaca-se o trabalho de definição do modelo de comercialização da inovação.

“As tecnologias que agregam valor tornam-se realidade em períodos cada vez mais curtos. O Setor Elétrico não ficou alheio a essa verdadeira revolução e participa de forma ativa, buscando formas para inovar na forma de operação e prestação de serviços em níveis de excelência. Este livro, bem como o projeto que o balizou, traz uma proposta de melhoria do programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, aderente a um ecossistema de colaboradores, professores, bolsistas, universidades, empresas nacionais, dentre outros que busca agregar valor ao desenvolvimento tecnológico do país de forma aderente a cultura de inovação fomentada na EDP. Gostaria de parabenizar e deixar os meus mais sincero agradecimento aos participantes do projeto.”

– **José Roberto Pascon**, Diretor de Engenharia e Planejamento da EDP

“Parabenizo os autores do livro ‘Programa de P&D da ANEEL: Avaliação & Perspectivas’ e a todos os profissionais que participaram do projeto. Esta iniciativa demonstra que a inovação deve ser constante e a forma de execução deve evoluir de acordo com as necessidades da sociedade. O programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da ANEEL fomenta as inovações em processos, ferramentas, equipamentos e materiais, os quais devem retornar para a eficiência da distribuição de energia elétrica no Brasil. As Distribuidoras do Grupo EDP vem ao longo dos anos evoluindo na cadeia de Inovação, onde o trabalho desenvolvido e abordado neste livro vem agregar com direcionamento e foco para a fases de Lote Pioneiro e Inserção de Mercado.”

– **Denis Mollica**, Gestor Executivo da EDP

“O processo de Inovação consiste em uma renovação constante do mindset e da busca por formas mais eficazes e eficientes de se implantar novas soluções. Acompanhar e contribuir na melhoria deste fluxo é uma prioridade do Grupo Energisa para impactar positivamente o setor elétrico e a sociedade. Este foi o propósito do Projeto de Avaliação do Programa de P&D da ANEEL, identificar boas práticas no Brasil e no mundo e propor melhorias no Programa, sejam elas no nível do arranjo institucional, organizacional ou normativo, sempre buscando a evolução do processo e um alto valor agregado para a sociedade e demais *stakeholders*.”

– **Felipe Graça de Alencar**, Diretor de Estratégia, Inovação e Novos Negócios da Energisa

“A CPFL Energia tem compromisso com a inovação, sendo um de seus valores corporativos. Trabalhamos com o objetivo de acelerar a chegada do futuro na empresa, olhando para tendências tecnológicas, avaliando como interferem nos processos da empresa e como impactam a vida das pessoas. Entre as diversas iniciativas no tema, podemos destacar, por exemplo, o comprometimento constante da companhia com o Programa de P&D da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), no qual pesquisamos e desenvolvemos projetos estruturantes e de eficiência operacional, considerando o conceito de living lab (Laboratório Vivo) por meio do qual é possível testar esses projetos em condições reais de operação.”

– **Renato Povia**, Diretor de Estratégia e Inovação da CPFL Energia

