

**UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
DOUTORADO**

**HUMBERTO MEDRADO GOMES FERREIRA**

**PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR ENERGÉTICO  
BRASILEIRO: PRIORIDADES, CONCENTRAÇÕES E DIREÇÕES DOS  
ESFORÇOS DE INOVAÇÃO**

**São Caetano do Sul**

**2017**

HUMBERTO MEDRADO GOMES FERREIRA

**PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR ENERGÉTICO  
BRASILEIRO: PRIORIDADES, CONCENTRAÇÕES E DIREÇÕES DOS  
ESFORÇOS DE INOVAÇÃO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Municipal de São Caetano do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração.

Área de concentração: Gestão e Regionalidade

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina dos Santos

São Caetano do Sul

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

F441p Ferreira, Humberto Medrado Gomes

Pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor energético brasileiro: prioridades, concentrações e direções dos esforços de inovação / Humberto Medrado Gomes Ferreira. – São Caetano do Sul: Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS, 2017. 215f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina dos Santos

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Municipal de São Caetano do Sul-USCS, São Caetano do Sul, 2017.

1. Pesquisa e desenvolvimento. 2. Inovação Tecnológica. 3. Sistema Nacional de Inovação. 4. Prontidão Tecnológica. I. Santos, Isabel Cristina dos. II. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. III. Título.

Reitor da Universidade Municipal de São Caetano do Sul  
Prof. Dr. Marcos Sidnei Bassi

Pró-reitora de Pós-graduação e Pesquisa  
Profa. Dra. Maria do Carmo Romeiro

Gestora do Programa de Pós-graduação e Pesquisa  
Profa. Dra. Raquel da Silva Pereira

Tese defendida e aprovada em 12/12/2017 pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Profa. Dra. Isabel Cristina dos Santos  
Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS)

Prof. Dr. Milton Carlos Farina  
Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS)

Prof. Dr. João Batista Pamplona  
Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS)

Prof. Dr. Milton de Freitas Chagas Junior  
Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (UNIFMU)

Profa. Dra. Paula Fernanda Varandas Ferreira  
Universidade do Minho - Portugal

Aos meus pais Humberto e Mônica, *in memoriam*, a quem amei demais. À Zeina, minha mulher, pelo amor e apoio incondicional, aos meus filhos João Pedro, Vitória e Bernardo e ao meu irmão, Rodrigo. Amo muito todos vocês!

## Agradecimentos

Agradecer é um ato de generosidade e reconhecimento àqueles que compartilharam cada minuto da confecção de um trabalho, com uma palavra de incentivo ou um carinho. Percorrer a trilha do conhecimento é tarefa árdua, mas nem por isso deixa de ser enriquecedora.

Agradeço ao amigo Prof. Dr. Antônio Henriques, cuja persistência e o fato de acreditar em mim fizeram-me pleitear uma vaga no PPGA da USCS. Para você, meu fraterno abraço por todo incentivo e apoio e o reconhecimento de uma amizade de uma década que rendeu um fruto que você ajudou a plantar. Juntos vamos colhê-lo e desfrutá-lo.

Agradeço ao amigo Prof. Marcos Andrade, profissional de ilibada conduta e um dos artífices desse momento único: “Vai Medrado, cria o problema! ”. Criei, e o resultado compartilho com você. Espero ser o motivador de um novo arranjo para sua vida acadêmica. Obrigado pela força, amigo!

Agradeço ao Prof. Levi de Souza, da FASE – Faculdade Arthur Sá Earp – pelo suporte e compreensão nesses quase quatro anos de curso. Sem sua ajuda, não teria dado o primeiro passo.

Agradeço a todos os professores da USCS pelos ensinamentos recebidos, fazendo especial menção ao Prof. Dr. Luis Paulo Bresciani, Profa. Dra. Maria do Carmo Romeiro, Prof. Dr. Leandro Prearo e Profa. Dra. Raquel da Silva Pereira, pela transmissão do conhecimento que extrapolou as fronteiras da sala de aula.

Agradeço aos companheiros de jornada, aqueles com os quais convivi nos momentos de tensão e alegria e que me proporcionaram adquirir mais conhecimento: Francisco, Nadson, Valentim, Joíza, Celso, Thiago, Edilson, Hellen, Bertuollo e Fernando, e a todos os demais colegas que a tempo e hora passaram pelo meu trajeto.

Especial agradecimento aos meus alunos, por entenderem a necessidade da minha ausência. Obrigado! Espero contribuir ainda mais para a formação de vocês.

À Profa. Dra. Cíntia Machado, meus agradecimentos pela revisão com muito esmero e profissionalismo.

Registro também meus sinceros agradecimentos aos professores componentes da banca de avaliação, cujo direcionamento para a confecção de um trabalho de qualidade foi de fundamental importância.

Por fim, agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Isabel Cristina dos Santos, cujo senso crítico conduziu-me para a consecução do nosso objetivo principal. Orientar é uma arte, e a construção do saber, respaldado por uma profissional dedicada, professora exemplar e mãe zelosa, que trata seus alunos com extrema cordialidade e carinho, torna o que se configura dura faina em agradável momento. Qualquer adjetivo que não venha acompanhado de um superlativo será pequeno frente ao aprendizado que a senhora me proporcionou. Serei sempre grato pelos ensinamentos ao longo desses anos. Muito obrigado por sua amizade.



## RESUMO

Ferreira, Humberto Medrado Gomes. **Pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor energético brasileiro: prioridades, concentrações e direções dos esforços de inovação.** Universidade Municipal de São Caetano do Sul, SP, 2017.

O aumento da geração de energia é um desafio contemporâneo que acompanha os processos de desenvolvimento econômico e social. Ainda que a descoberta de novas jazidas de pré-sal tenha apontado melhores perspectivas para o setor energético brasileiro, fontes alternativas precisam ser consideradas, visando solucionar, a priori, problemas futuros de abastecimento e de preservação do meio-ambiente. Assim, os avanços observados no campo da pesquisa científica têm oferecido oportunidades de exploração de novas fontes, como o biocombustível, biomassa, energia solar e eólica. No país, o incentivo à pesquisa mediada por agências de fomento vinculadas ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, definem, em grande medida, a trajetória de desenvolvimento do setor energético brasileiro, seguindo a lógica do grau de prontidão tecnológica envolvido. Assim, essa Tese investiga as prioridades, concentrações e direções dos esforços de inovação do setor energético brasileiro, tendo como objeto a Pesquisa e o Desenvolvimento Tecnológico no setor. Para tanto, elegeu-se o Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que é referência nacional e internacional em pesquisas no setor de energia do país, dele, derivou-se para professores-pesquisadores com atividades no setor. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, delineada por uma pesquisa de campo orientada pela técnica de entrevista semiestruturada. Foram feitas 13 entrevistas, sendo três delas com gestores de centros de pesquisa, e dez com professores pesquisadores. As entrevistas foram gravadas mediante prévia autorização, transcritas e processadas pelo software MAXQDA. Os resultados obtidos ratificaram a preocupação com a perenidade da Matriz Energética, em razão dos riscos e incertezas na exploração de novas fontes. Ainda que haja financiamento privado, o Estado tem reduzido o fomento às pesquisas no setor atualmente, podendo ser explicado pela crise institucional pela qual passa o país, resultando na redução dos valores de fomento, busca de parceria privada - também incipiente, e projetos realizados somente após análise da demanda. Foram identificados diferentes níveis de maturidade entre processos, equipamentos, softwares e busca por novas fontes, com forte indicativo de que estas são, de fato, primordial e, no âmbito desse estudo, a maturidade tecnológica em equipamentos se sobressai frente as demais. Apurou-se existir forte prevalência da pesquisa no setor de energia renovável, visando à futura apropriação na matriz energética nacional, em contraponto ao investimento ainda realizado no setor de energia não-renovável, fruto da pujança do segmento de óleo e gás, previsto para o Brasil nos próximos anos.

**Palavras-chave:** Pesquisa e Desenvolvimento; Inovação Tecnológica; Sistema Nacional de Inovação; Prontidão Tecnológica.

## ABSTRACT

Ferreira, Humberto Medrado Gomes. **Pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor energético brasileiro: prioridades, concentrações e direções dos esforços de inovação.** Universidade Municipal de São Caetano do Sul, SP, 2017.

The increase of energy generation is a contemporaneous challenge that follow the social and economic development process. Even though the discovery for new Pre-Salt deposits has pointed better perspective for Brazilian energy sector, alternative sources should be considered in order to solve future problems for supply and preservation of the environment. In this way, the advances of scientific research have offered exploration opportunities for new sources like biofuel, biomass, solar and wind energy. In the country, the supply of financial support mediated by development agencies linked to the Ministry of Science, Technology, Innovation and Communications, define the development path of the Brazilian energy sector, following the logic of the degree of readiness involved. Thus, this research studies the priorities, concentrations and direction of the innovation efforts of the Brazilian energy sector, having as a target the research and technological development in this sector. Therefore, was elected the Technological Park of the Federal University of Rio de Janeiro, which is a national and international reference in research in the country's energy sector. from it, it was derived for faculty-researchers with activities in the sector. This is based on a qualitative research, guided by a semi structured interview technique. Thirteen interviews were concluded with three of them with managers of research centers and ten with research professors. The interviews were recorded, by prior authorization, transcribed and processed by MAXQDA software. The results ratified the concern with the perennality of the Energy Matrix, due to the risks and doubts in the exploration of new sources. Although there is a private funding for this research, nowadays the State has reduced the promotion of research in this sector and can be explained by institutional crisis in the Country, resulting in a reduction of the promotion amounts, search for a private partnership, also incipient and projects carried out only after demand analyses. Different levels of maturity were identified between process, equipment, software and new fonts search with a strong recommendation that the search for new fonts is primordial and in the scope of this study, the technological maturity in equipment exceed the others. It was concluded there is a strong prevalence of research for renewable energy targeting to a future appropriation in the national energy matrix in opposite of the high investment still made for non-renewable energy sector, due to the strength of oil and gas segment, planned for Brazil in the next years.

**Keywords:** Research and development, innovation, national systems, technology readiness level.

## Lista de figuras

Figura 1 – Ilha do Fundão/RJ.....	37
Figura 2 – Artigos/Periódicos analisados por ano (em %).....	43
Figura 3 – Sistema de Práticas Inovadoras.....	59
Figura 4 – Sistema Nacional de Inovação.....	62
Figura 5 – Fatores componentes de um sistema nacional.....	64
Figura 6 – Modelo de organização do Sistema Operacional de CT&I.....	65
Figura 7 – Principais atores do SNCTI.....	67
Figura 8 – Arranjo participativo dos atores no âmbito do SNCTI.....	68
Figura 9 – Estrutura do Setor Energético Brasileiro.....	70
Figura 10 – Articulação entre os atores de CT&I em nível institucional.....	75
Figura 11 – Cadeia estratégica de P&DT.....	79
Figura 12 – Coleta e Distribuição de Recursos pelas Agências Reguladoras.....	81
Figura 13 – Linhas temáticas FINEP:.....	84
Figura 14 – Fundos Setoriais.....	85
Figura 15 – Valor médio de financiamento para o fundo CT - Energia.....	86
Figura 16 – P&DT no Parque Tecnológico UFRJ e interações.....	88
Figura 17 – Perspectivas estratégicas dos atores nos parques tecnológicos.....	89
Figura 18 – Parques tecnológicos (PT) no Mundo.....	90
Figura 19 – Fundo Setorial.....	94
Figura 20 – Etapas do processo de investigação da maturidade tecnológica.....	105
Figura 21 – Estágio de maturidade de P&D em energia renovável.....	106
Figura 22 – Índice de palavras-chave aplicados ao nível da TRL.....	112
Figura 23 – Rede de indicações.....	122
Figura 24 – Procedimentos para coleta de dados.....	124
Figura 25 – Frequência por categoria.....	130
Figura 26 – Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - Matriz Energética.....	146
Figura 27 – Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - SI e participação do Estado.....	159
Figura 28 – Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - P&DT.....	175
Figura 29 – Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - TRL.....	181
Figura 30 – Codificações mais citadas.....	185

## Lista de quadros

Quadro 1 – Momentos de crise energética no Brasil: 2001 e 2015 .....	32
Quadro 2 – Empresas situadas no Parque Tecnológico .....	38
Quadro 3 – Contribuições Teóricas .....	45
Quadro 4 – Relatórios – Estudos analisados .....	45
Quadro 5 – Classificação Geral das Fontes de Energia .....	52
Quadro 6 – Características das fontes de Energia Limpa.....	53
Quadro 7 – Aspectos das fontes de energia do Brasil.....	56
Quadro 8 – Vantagens estratégicas pela inovação .....	58
Quadro 9 – Concepção de um Sistema Nacional de Inovação.....	61
Quadro 10 – Determinantes dos sistemas de inovação.....	63
Quadro 11 – Configuração dos PT, NIT e ICT´s no Brasil .....	66
Quadro 12 – Principais papéis dos atores de SNCTI .....	68
Quadro 13 – Aporte em P&D em energias renováveis .....	71
Quadro 14 – Sistema Nacional de Inovação do Brasil.....	73
Quadro 15 – Emenda Constitucional nº 85, de 2015 .....	74
Quadro 16 – Atribuições da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática .....	76
Quadro 17 – Estratégias para o setor de energia .....	77
Quadro 18 – Instrumentos de apoio à pesquisa .....	80
Quadro 19 – Participação das Agências Reguladoras no processo inovador: .....	82
Quadro 20 – Agências internacionais de fomento de energia .....	82
Quadro 21 – Agência de fomento e projetos financiados .....	83
Quadro 22 – <i>Ranking</i> de investimento anual em energia renovável.....	86
Quadro 23 – BNDES: Financiamento a projetos inovadores .....	87
Quadro 24 – Parques tecnológicos com ênfase em pesquisa energética: .....	91
Quadro 25 – Formas de apoio à pesquisa em energia - cenário internacional.....	92
Quadro 26 – Áreas Temáticas em P&D.....	95
Quadro 27 – Eixos de pesquisa em energia .....	99
Quadro 28 – Tipos de patentes para criações industriais .....	103
Quadro 29 – <i>Technology Readiness Level</i> - TRL .....	109
Quadro 30 – TRL - Descrição dos itens.....	109

Quadro 31 – Etapas do processo de prontidão tecnológica .....	111
Quadro 32 – TRL em empresa do segmento eletroeletrônico.....	113
Quadro 33 – TRL em empresa de equipamentos para o setor de energia .....	113
Quadro 34 – TRL em empresa de desenvolvimento de soluções em energia .....	114
Quadro 35 – Protocolo de coleta de dados .....	124
Quadro 36 – Fonte de evidências para o estudo.....	125
Quadro 37 – Estratégias gerais de tratamento de dados .....	126
Quadro 38 – Perfil dos entrevistados .....	129
Quadro 39 – Distribuição da análise por eixos de pesquisa.....	129
Quadro 40 – Sistema de Códigos do MAXQDA .....	131
Quadro 41 – 1ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética.....	132
Quadro 42 – 2ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética.....	138
Quadro 43 – 3ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética.....	141
Quadro 44 – 1ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado .....	147
Quadro 45 – 2ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado .....	150
Quadro 46 – 3ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado .....	154
Quadro 47 – 4ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado .....	157
Quadro 48 – 1ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	160
Quadro 49 – 2ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	163
Quadro 50 – 3ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	165
Quadro 51 – 4ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	167
Quadro 52 – 5ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	170
Quadro 53 – 6ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	172
Quadro 54 – 7ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia .....	174
Quadro 55 – 1ª Questão – Bloco 4 – TRL como metodologia de análise .....	177
Quadro 56 – 2ª Questão – Bloco 4 – TRL como metodologia de análise .....	177

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Quantitativo de artigos .....	43
Tabela 2 – Elasticidade-renda no consumo de energia .....	50
Tabela 3 – Fontes primárias de energia – Consumo .....	54
Tabela 4 – Matriz Energética Brasileira – produção (GWh).....	57
Tabela 5 – Dispêndio com bolsas-produtividade no setor de energia .....	83
Tabela 6 – Investimentos em P&D ANEEL 2015 - 2016.....	96
Tabela 7 – Indicadores de prontidão tecnológica Brasil e Mundo.....	100
Tabela 8 – Depósito de patentes por empresas .....	101
Tabela 9 – Maiores depositantes “residentes” de Patentes do Tipo PI.....	102
Tabela 10 – Maiores depositantes “não residentes” de Patentes do Tipo PI.....	102
Tabela 11 – Empresas que implementaram inovações por setor .....	107
Tabela 12 – Tipos de inovações implementadas pelas empresas por setor.....	108
Tabela 13 – Identificação dos atores .....	120

## Lista de abreviaturas e siglas

ACEE	<i>American Council for an Energy-Efficient Economy</i>
AGU	Advocacia Geral da União
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CENPES	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
CEPEL	Centro de pesquisa de Energia Elétrica
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GE	General Electric
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IEP	<i>International Energy Program</i>
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MME	Ministério das Minas e Energia
MTEP	Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo
MW	<i>Mega Watts</i>
OEI	Organização dos Estados Ibero-americanos
PINTEC	Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica
P&DT	Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico
SCIELO	<i>Scientific Electronic Library OnLine</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	31
1.1	Problema de pesquisa.....	34
1.2	Objetivos da pesquisa .....	35
1.3	Delimitação do estudo.....	36
1.4	Relevância e justificativa do estudo .....	39
1.5	Organização do trabalho .....	42
1.6	Contribuições da pesquisa .....	42
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	49
2.1	Panorama geral do setor energético brasileiro.....	49
2.1.1	Matriz energética brasileira .....	55
2.2	Sistema de inovação e o papel do estado no setor energético .....	57
2.2.1	O papel do estado no setor de energia .....	71
2.3	Pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor de energia .....	76
2.4	Prontidão tecnológica: Technology Readiness Level .....	99
2.4.1	Modelos de TRL aplicados ao setor de energia .....	112
3	MÉTODO .....	117
3.1	Abordagem da Pesquisa .....	118
3.2	Tipo de pesquisa e procedimentos de coleta de dados .....	118
3.2.1	Procedimentos e coleta de dados .....	119
3.2.2	Elaboração e validação do instrumento de pesquisa .....	120
3.3	População e amostra .....	121
3.3.1	Limitações da pesquisa.....	122
3.4	Tratamento e análise dos dados .....	123
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO TEÓRICA.....	128
4.1	Caracterização do Campo da Pesquisa .....	128
4.2	Perfil dos Respondentes .....	128
4.3	Resultados Obtidos .....	129
4.4	Respostas Obtidas nas Questões Formuladas .....	132
4.4.1	Questões Bloco 1 - Matriz Energética.....	132
4.4.2	Questões Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado.....	147
4.4.3	Questões Bloco 3 – P&DT no setor de energia.....	159



4.4.4	Questões Bloco 4 – TRL como metodologia de análise .....	176
4.5	Discussão teórica.....	182
5	CONCLUSÃO .....	187
	REFERÊNCIAS.....	193
	Apêndice A – Roteiro de entrevista (centros de pesquisa).....	203
	Apêndice B – Roteiro de entrevista (Professores Pesquisadores).....	205
	Anexo A – Segmentos codificados.....	207



## 1 INTRODUÇÃO

A estreita relação de interdependência entre a capacidade de geração de energia e o desenvolvimento econômico tornou-se um desafio para o governo brasileiro. Alia-se a este contexto a necessidade de enfrentamento às possíveis crises de geração energética – sejam elas decorrentes da explosão do consumo doméstico ou industrial, explicada pelo *modus operandi* da indústria e do setor de serviços, ainda altamente baseada em energia não renovável – aos padrões de consumo de produtos elétricos e eletrônicos pela sociedade, o que propõe uma sistemática revisão do planejamento energético.

Conquanto se busque respostas para mitigar a dependência das fontes energéticas tradicionais por conta não só do aumento da população, mas também do aumento da demanda por energia (FURTADO, 2010), é necessário compreender que esse aumento terá impacto sobre a matriz energética brasileira, em atender à necessidade atual da população e da produção.

Energia é um bem vital para o homem, e sua busca por novas fontes perpassa a fronteira da pesquisa que tem, pela inovação tecnológica, capacidade de incrementar e reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

Goldemberg e Lucon (2007) enfatizam a necessidade energética cada vez maior nas sociedades modernas e traçam um paralelo evolucionário de seu padrão produtivo, que se apresenta com as seguintes fases históricas:

- A primeira fase diz respeito à época primitiva, cuja fonte energética provinha especialmente da lenha das florestas, com o objetivo singular de atender às necessidades domésticas, como cozinhar;
- Uma segunda refere-se ao aumento das necessidades humanas que a lenha somente não conseguiria prover. Desta feita, na Idade Média, novas fontes geradoras de energia se desenvolveram, em especial as oriundas das águas e dos ventos, e, ainda assim, não garantiam o suprimento energético necessário para as cidades em evolução;
- Na terceira fase, que congrega os modelos atuais de geração energética e visou a atender as demandas da produção em massa, o uso do petróleo e do carvão foi intensificado em nome da evolução industrial e do suprimento das novas demandas sociais.

Tolmasquim (2007) destaca a importância estratégica que a geração energética advinda de novas fontes renováveis de energia - que compreendem aquelas oriundas das fontes geotérmica, eólica, solar, das marés, biomassa (produto proveniente da transformação da lenha, bagaço de cana e lixívia) e resíduos - tem, e que impacta, sobremaneira, o crescimento e o desenvolvimento econômico do país.

Crises recentes reforçam a dependência que a matriz energética brasileira tem da geração hidráulica, como ressalta Coelho (2015).

Desde a década de 80, a cada período seco na região Sudeste, os órgãos oficiais solicitavam às universidades o “milagre”. Como complementar a geração hidroelétrica com seus reservatórios baixos pela falta de chuva? Reuniões nos ministérios em Brasília, solicitações para sugestões, mas o conservadorismo impedia a continuidade das discussões. Da parte dos órgãos governamentais o desinteresse pela geração descentralizada, cujos benefícios ainda não eram (re) conhecidos; da parte dos setores envolvidos, a falta de interesse por uma nova forma de energia cuja produção era considerada arriscada (COELHO et al., 2015, p. 2).

Borchardt et al. (2007) salientam que não só iniciativas governamentais e acadêmicas têm tentado reverter o quadro de dependência dos recursos naturais: as ações inovadoras empresariais, também reforçam a importância do atual momento.

Rosa (2015) entende que as parcerias entre governos, iniciativa privada e centros de pesquisa são relevantes, tanto para a descoberta de novas fontes energéticas, quanto de novos processos ou produtos. Para o autor, a geração de energia no Brasil é impactada pelo aumento dos custos de produção, pelo aumento na importação de petróleo, pela lentidão em obras estruturais voltadas à produtividade e pelas dificuldades financeiras estatais do setor.

Goldemberg (2010) traça um paralelo entre o atual momento adverso do setor energético brasileiro e o momento do “apagão” de energia no Brasil em 2001, como descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Momentos de crise energética no Brasil: 2001 e 2015

Variável	Características em 2001	Características em 2015
Abastecimento	Consumo maior do que a produção	Consumo maior do que a produção
Fonte produtiva	Usinas hidrelétricas	Intensificação do uso das usinas termelétricas
Difusão	Gargalos na transferência	Pouca melhoria
Dependência climática	Pouca obra em reservatórios de grande escala.	Pouca obra em reservatórios de grande escala.

Fonte: Goldemberg (2010)

Para o autor, neste contexto, emergem questões imperativas para auxiliar a prevenção desses eventos, como planejamento, segurança energética e sustentabilidade, que são extremamente influenciados pelo acesso às inovações tecnológicas no setor de energia, que também inclui a capacidade de incorporação dessas ao *modus operandi* das empresas.

Em um cenário que se fecha sobre a produtividade extrativa do petróleo, somado à instabilidade das políticas externas e internas dos países produtores de petróleo, ao fato da *commodity* ter atingido seu nível mais baixo em agosto de 2015, e também ao passivo produtivo ambiental, o desenvolvimento de inovações na área de energia urge como imperativo à demanda energética mundial (BRAGA, 2012).

Soma-se a essa conjuntura o desafio do reerguimento pelo qual passa a principal operadora de petróleo no Brasil, a Petrobras, não obstante a complexa operação que desnuda os desvios contratuais dessa relevante empresa nacional (BASTOS et al., 2016).

Concorrem também, segundo Lucena et al. (2016), para esse preocupante panorama político-econômico que envolve a Petrobras, os seguintes fatores:

- Prejuízo acumulado de US\$ 4 bilhões, dada a estratégia da empresa de represar os preços dos combustíveis;
- Investimento no polo petroquímico nacional, fruto de desvios que levaram a situação de paralisação atual;
- Fragilidade do sistema de concessão, que abriu a realidade da empresa aos concorrentes estrangeiros;
- Precarização das condições de trabalho dos petroleiros.

Lucena et al. (2016) também afirmam que a crise da Petrobras tem seu cerne em uma composição geopolítica que perpassa a disputa pelo controle do mercado internacional de petróleo, salientando os autores que

A quebra do Monopólio Estatal do Petróleo mudou as relações entre o Estado brasileiro e a Petrobras. O Governo Federal, sustentado por princípios relativos ao abandono definitivo de ações desenvolvimentistas em âmbito nacional, reduziu os investimentos na Estatal adotando ação contrária à tendência internacional de fusões e o fortalecimento de grandes grupos econômicos do setor do petróleo, como o da British Petroleum com a Amoco, da Exxon (Esso) com a Mobil e da Texaco e a Shell nos EUA (Lucena et al., 2016, p.84).

Por fim, justificam os autores esse embate geopolítico internacional a partir da descoberta do Pré-Sal, que alçou o Brasil à condição de competidor amplo nesse segmento, respaldado por ações junto aos BRICS (associação dos países Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul para incremento de relações comerciais). Prova disso foi a vitória de um consórcio chinês na partilha do campo de Libra. Esse argumento encontra substancial respaldo em Oliveira (2016), em sua exposição para esclarecimento do tema:

O mercado global de energia deverá ser transformado radicalmente nos próximos anos. A Bacia Atlântica deverá ter papel crítico no suprimento seguro de petróleo para a economia global em um período em que o mundo estará lutando para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, com o objetivo de mitigar os efeitos nocivos do aquecimento global. A transição energética demorará décadas e o suprimento seguro de petróleo é fundamental para minimizar os custos social e ambiental dessa transição. A China permanecerá grande importadora e o Brasil será um grande exportador de petróleo. Este último também é candidato natural para suprir a economia chinesa com o óleo seguro que permitirá à China mover sua transição energética sustentável. A China e o Brasil têm também complementaridades na área de energias renováveis, que podem ser exploradas convenientemente pelos dois países. Esse cenário abre ampla janela de oportunidade para incrementar a cooperação energética entre a China e o Brasil (OLIVEIRA, 2016, p. 23).

Ainda para o autor, as oportunidades não foram de todo exploradas, tendo o aspecto da comercialização tomado frente nas discussões entre os dois países, limitando as ações que, sem dúvida, devem ser ampliadas no âmbito das atividades inovadoras, essenciais para o desenvolvimento de ambos os países.

### 1.1 Problema de pesquisa

O Brasil é referência mundial não só na exploração em águas profundas, como também no desenvolvimento de inovações estratégicas para o setor, destacando-se, dentre tantos: a produção de etanol via derivados de milho – projeto Embrapa/BNDES/USP; novos sistemas de ancoragem submarina e avaliações geoquímicas de grandes profundidades para suporte das estratégias de exploração e produção – projetos da Petrobras/Cenpes; monitoramento remoto de turbinas hidráulicas e desenvolvimento de baterias de lítio-íon para o setor de telecomunicações – projetos do Sistema Eletrobrás.

O Brasil figura, pelas suas dimensões, como um dos principais atores no tecido produtivo mundial, no qual os centros de pesquisa, governo e empresas formam a base estrutural para o desenvolvimento de novas tecnologias produtivas e inovadoras. Essa premissa fundamenta a proposta de pesquisa desta tese, para que se responda ao seguinte questionamento:

*Quais as prioridades, concentrações e direções dos esforços de pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor energético brasileiro?*

Neste problema de pesquisa considera-se como prioridade, o alinhamento entre a orientação de governo, como dispõe a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – 2016 – 2019 (BRASIL, 2016), e o desenvolvimento produtivo, cuja concentração em PD&T se dá no âmbito das ações que valorizem a educação tecnológica como elemento que crie condições para o desenvolvimento do país, tendo por direcionamento converter ideias em soluções inovadoras, que agregue valor a produtos e processos, assegurando a competitividade econômica no setor energético do país.

A fim de respondê-las, foi desenvolvido um conjunto de questões norteadoras de forma a permitir o alinhamento entre a revisão teórica e os procedimentos metodológicos. São elas:

1. Quais os elementos críticos para a eficiência da Matriz Energética brasileira no âmbito da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação?
2. Quais são os elementos essenciais da P&DT no setor energético?

## 1.2 Objetivos da pesquisa

Um dos elementos fundamentais descritos no âmbito da Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia (ENCTI), documento que alicerça as tendências e prerrogativas de Ciência e Tecnologia para o Brasil é a segurança energética.

A segurança energética é uma preocupação central na sociedade contemporânea. Gerar e utilizar energia de maneira limpa, segura e eficiente é o objetivo de muitas iniciativas tecnológicas como geração a partir de fontes renováveis, smart grids, veículos elétricos, novas baterias, biocombustíveis e reatores nucleares modulares intrinsecamente seguros. É tendência mundial a realização de PD&I de novas rotas tecnológicas utilizando, principalmente, resíduos para a produção de biocombustíveis e de bioprodutos (química de renováveis), de modo a contribuir para a redução das emissões e na mitigação de danos ambientais pela valorização dos resíduos urbanos, industriais e agrícolas. Avança nas políticas

nacionais de CT&I uma abordagem mais integrada do tema energético, valorizando-se as relações entre água, alimentos e energia na construção de soluções mais adequadas para a exploração e uso dos recursos naturais (BRASIL (g), 2016, p. 58).

Dentro dessa perspectiva, os pilares fundamentais para o desenvolvimento da ENCTI, devem contemplar (BRASIL, 2016, p. 76) a promoção da pesquisa, quer seja básica ou tecnológica; a modernização da infraestrutura de CT&I; a ampliação o aumento do financiamento em CT&I e a formação de recursos humanos.

O cerne da inovação encontra-se na difusão do conhecimento e da tecnologia, elementos essenciais que reforçam as características dos projetos desenvolvidos por empresas inovadoras e que contemplam suas vantagens mercadológicas, compatibilidade e complexidade tecnológica (Manual de Oslo, 2005, p. 39).

Tendo por base as atividades de P&DT no setor energético brasileiro e em consonância com o exposto, o presente trabalho possui como objetivo geral, investigar as **prioridades; concentrações; e direções** dos esforços de inovação do setor, tendo como base o Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Ilha do Fundão e um conjunto de pesquisadores do setor energético brasileiro.

Para tanto, define-se como objetivos específicos da pesquisa:

- Identificar as características da Matriz Energética atual, bem como seus riscos e desafios a ela associados;
- Estimar o nível de maturidade de pesquisa energética no Brasil, segundo a escala TRL - *Technology Readiness Level*;
- Identificar as direções dos esforços de inovação para o setor energético brasileiro segundo a natureza temática das pesquisas em andamento.

### 1.3 Delimitação do estudo

Em um primeiro momento, buscou-se vincular o Parque Tecnológico da UFRJ, implantado na cidade do Rio de Janeiro em 2003, na Ilha do Fundão, como objeto-chave para a pesquisa, por possuir a maior concentração de centros de pesquisa de empresas do setor de energia do país, com 12 grandes

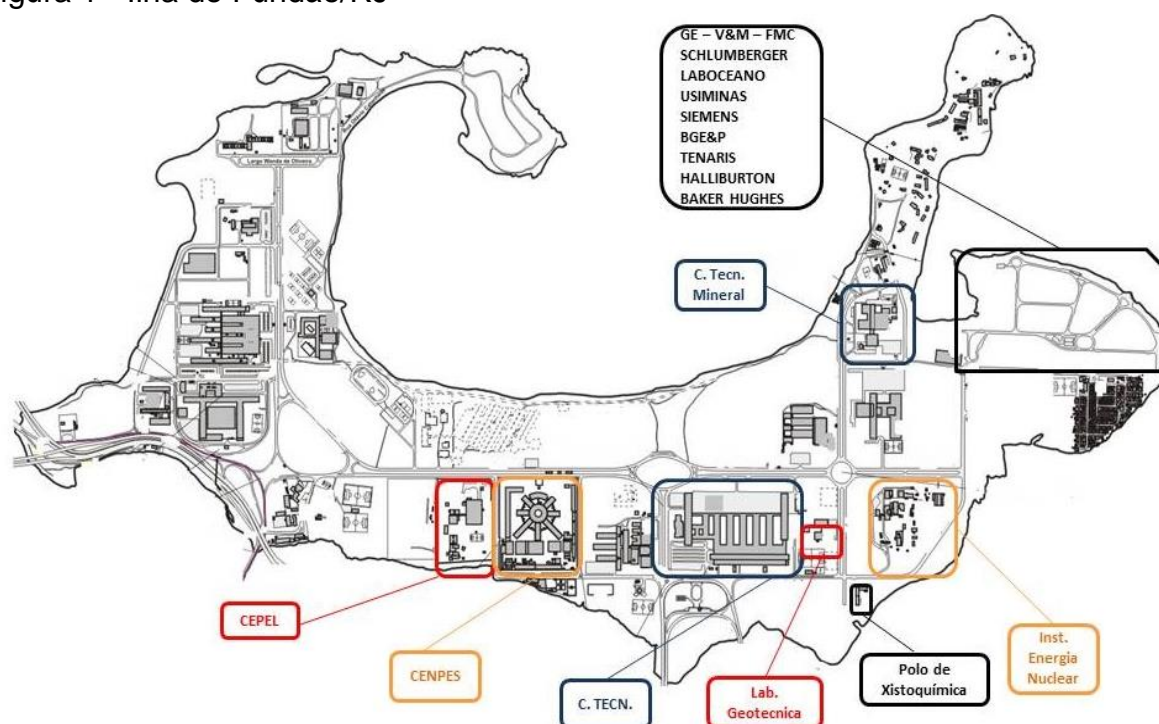


empreendimentos, que representa a relevância de tal Parque para o estudo do setor energético no Brasil.

Dado o cenário institucional, o trabalho buscou também apropriar-se do conhecimento de professores pesquisadores - que atuam ou atuaram na Ilha do Fundão, como também professores pesquisadores sem vinculação direta a qualquer centro de pesquisa, de outros estados do país, mas com *expertise* na área fruto de sua ação através de empresas ou universidades atuantes no setor energético brasileiro, quer seja no setor de petróleo e gás, eólico, solar ou nuclear.

A Figura 1 apresenta a localização geográfica da Ilha do Fundão

Figura 1 - Ilha do Fundão/RJ



Fonte: Adaptado do Portal da UFRJ (2016)

A Ilha do Fundão concentra Centros de Pesquisa que possibilitam acesso à tecnologia de ponta e empreendimentos de porte mundial, propiciando às empresas o acesso à estrutura dos laboratórios, profissionais qualificados e oportunidades de negócios, fazendo uma aproximação com o mercado.

A Ilha do Fundão conta com as seguintes empresas ligadas ao setor de energia, apresentadas pelo Quadro 2:

Quadro 2– Empresas ligadas ao setor de energia instaladas no Parque Tecnológico da Ilha do Fundão – RJ.

<b>Schlumberger</b>	Empresa especializada na área de óleo e gás, com ênfase em prospecção geofísica.
<b>FMC Technologies</b>	Tem seu nicho de negócios no setor baseado na prospecção submarina.
<b>Baker Hughes</b>	Empresa especializada no desenvolvimento de produtos e serviços para a cadeia produtiva de óleo e gás.
<b>Halliburton</b>	Empresa prestadora de serviços para o segmento, desde a exploração até a produção.
<b>BGE&amp;P Brasil</b>	Operando em diferentes segmentos da cadeia produtiva do setor, foca esforços no desenvolvimento de um modelo computacional de dados das bacias oceânicas brasileiras.
<b>V&amp;M do Brasil</b>	A empresa dá ênfase em seu segmento específico de negócios, desenvolvendo projetos de estruturas tubulares para o setor.
<b>CEGN</b>	Um apêndice do setor de óleo e gás vinculado à Petrobras, enfatiza pesquisas no segmento de gás natural.
<b>LabOceano</b>	Seu objetivo principal é servir como protótipo de testes da cadeia produtiva do setor, reproduzindo sua essência em um modelo em escala projetado para tal.
<b>GE</b>	Empresa multinacional de serviços e tecnologia em equipamentos e soluções para o setor de O&G.
<b>Tenaris Confab</b>	Esta empresa atua em diferentes segmentos para o setor de óleo e gás, priorizando o desenvolvimento de tecnologias para estruturas tubulares.
<b>Siemens</b>	No setor de óleo e gás, esta empresa foca esforços em estudos que valorizam desde a busca de energias renováveis, até o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.
<b>CEPEL</b>	Centro de Pesquisas da Eletrobrás, concentra suas linhas de pesquisa em soluções para o setor elétrico.
<b>GE Global Research Center</b>	Centro de pesquisa global da General Electric, que atua em soluções de software e processos para os segmentos de óleo e gás, eólico e solar.
<b>Instituto de Energia Nuclear</b>	Enfatiza pesquisa no segmento nuclear.

Fonte: Adaptado do Portal da UFRJ (2016)

O perfil dos professores pesquisadores é apresentado na amostra dentro da metodologia do trabalho, salientando que, em grande maioria, possuem vínculo com instituições de ensino públicas e atuam em diversos segmentos do setor energético.

A importância dos centros de pesquisa pode ser medida pela capacidade de geração de conhecimento e pelas experiências e práticas inovadoras para os atores envolvidos nesse processo – que envolve os pesquisadores das empresas nele situado.

Como propõe Turchi e De Negri (2016), a identificação da característica das parcerias entre os componentes do Parque Tecnológico da UFRJ parte do centro de pesquisa da Petrobras (Cenpes) e demais empresas participantes do Parque.

Assim, os autores determinam os seguintes ganhos advindos dos Parques Tecnológicos e suas inter-relações:

- Criação de redes que impulsionam o processo inovador não só no segmento de óleo e gás como no setor energético como um todo;
- Formulação de políticas e programas de desenvolvimento da inovação no Brasil;
- Geração de conhecimento, pelo aprendizado coletivo, a sua aplicabilidade em termos tecnológicos;

Legítima a argumentação de Turchi e De Negri a assertiva de Porto, Turchi e Rezende (2013), citado à p. 24, do trabalho “Radiografia das parcerias entre PETROBRAS e as ICTs Brasileiras: uma análise a partir da ótica dos coordenadores de projetos tecnológicos”, em relação às contribuições relevantes na formação de centros de pesquisa: a) Disponibilização de infraestrutura de pesquisa de ponta; b) Desenvolvimento de CT&I; c) Formação de recursos humanos qualificados; d) Manutenção e consolidação do grupo de pesquisa; e) Acesso a recursos financeiros; f) Desenvolvimento de novas parcerias e formação de redes.

Os autores corroboram ainda essas premissas ao indicarem que todo processo inovador sofreu modificações, do pragmatismo linear e estático, para uma abordagem flexível e dinâmica que sirva de suporte para a produção, aplicação, distribuição e compartilhamento de conhecimentos, competências e inovações (PORTO; TURCHI e REZENDE, 2013).

Por ser o parque tecnológico com maior representatividade dentro dos segmentos de energia renovável e não renovável, o estudo delimitou-se, pela proximidade dos respondentes a esse parque tecnológico, cabendo destaque também para outros parques no mesmo segmento no Brasil, em especial os parques tecnológicos de Itaipu, Bahia e Sorocaba.

#### 1.4 Relevância e justificativa do estudo

Desde os primórdios da civilização, o homem tem buscado, quer seja propositalmente, quer seja acidentalmente, evoluir. Assim, foi com a descoberta do fogo que possibilitou perspectivas de perenidade para o homem. Do mesmo modo, também sucedeu com a invenção da roda, elemento que possibilitou a descoberta de novas terras e reduziu as distâncias, sendo essencial para o desenvolvimento econômico regional e símbolo de poder.

A Revolução Industrial, com o advento da máquina a vapor, representa o primeiro uso de uma fonte energética de que se tem notícia para produção em grande escala industrial, servindo de base para ampliação do poderio econômico das nações europeias. Anos mais tarde, as ex-colônias importavam a maioria dos produtos industrializados da Europa ou dos EUA, com exceção de alguns bens produzidos localmente, principalmente por métodos artesanais.

Com a industrialização brasileira dando efetivos passos, ainda que incipientes, a partir de 1950, novas indústrias surgiram e fomentaram o desenvolvimento local, inicialmente com equipamentos já utilizados ou obsoletos, mas servindo à finalidade de produção de bens de consumo de baixa qualidade. Na maioria dos casos, o equipamento era ineficiente e apenas recentemente as melhorias feitas nos países industrializados começaram a chegar aos países em desenvolvimento (GOLDEMBERG, 2000).

Essencial para o desenvolvimento, a energia cria dependência ao homem moderno. Para viver, para trabalhar e para produzir, tudo gira em torno da eletricidade, surgindo daí o fenômeno do “decrescimento sustentável”, proposto por Louette (2009), o qual sugere que o crescimento econômico generalizado não é sustentável para o ecossistema global, em parte, pelo esgotamento dos recursos energéticos como petróleo, gás e carvão, ocasionado pelo atual ritmo de crescimento do consumo.

Mitigar a dependência de recursos energéticos não-renováveis e incrementar a produção com base energética renovável devem ser ações suportadas por políticas que estimulem a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico no setor.

Essa expectativa em relação à importância do investimento em P&DT encontra respaldo no reconhecimento de Toledo (2013), quando declaram que esse “alicerce institucional só será completado com a existência de ações e políticas voltadas para o desenvolvimento tecnológico”, inferindo assim os autores que o momento presente é de extrema importância para referendar não só as oportunidades que se apresentam para o setor de pré-sal, como as formas diversas de produção energética no Brasil, de maneira que o país possa ter avanços significativos para se tornar uma potência energética (ARBIX; TOLEDO, 2013).

Tem-se, então, que o desenvolvimento de novas tecnologias é condutor fundamental para o incremento da competitividade estratégica organizacional (LEITE et al., 2015), cujos projetos, ainda para os mesmos autores, se desenvolvem em

âmbito interno, com uso intenso de práticas inovadoras e que permeiam as relações entre centros de pesquisa e mercado. Nesse cenário, surge a TRL – *Technology Readiness Level*, cuja finalidade envolve:

Determinar a maturidade de uma tecnologia por meio de evidência documentada. Fornecer um *status* da maturidade de um determinado desenvolvimento tecnológico e do grau de avanço para inserção no ambiente de produção, considerando três aspectos importantes, a robustez do escopo técnico, o tempo de lançamento no mercado e o custo de implementação, orientando assim a sua implementação (LEITE et al., 2015, p. 276).

A metodologia da TRL se baseia em nove níveis de prontidão tecnológica, cujos critérios avaliativos são definidos em cada nível, permitindo identificar os elementos críticos de tecnologia para cada nível estudado, tendo forte base documental e que permita, segundo Leite et al. (2015, p. 277), identificar os elementos críticos de tecnologia e avaliar o nível de prontidão tecnológica.

Justifica também a presente tese o fato de que pesquisa e desenvolvimento tecnológico sejam adquiridos a partir de experiências e conhecimentos obtidos por meio de parcerias estratégicas no setor, elo importante para o fomento da pesquisa no Brasil.

Raras foram as experiências em que governos e setor privado se articularam para gerar efeitos relevantes de transbordamento, com *spillovers* para setores da economia mais amplos que o complexo do petróleo, sobretudo a qualificação e aumento da competitividade via inovação e criação de empresas nacionais (ARBIX; TOLEDO, 2013, p. 378).

No caso do Brasil, apoiado por Arbix e Toledo, e em consonância com os objetivos propostos para esse trabalho, pode-se afirmar que a criticidade, com base na estrutura teórica e na TRL – *Technology Readiness Level*, acerca dos processos inovadores, será fator preponderante para explicar o impacto que as inovações capitaneadas pelos centros de pesquisa geram sobre o tecido produtivo energético (ARBIX; TOLEDO, 2013).

## 1.5 Organização do trabalho

A estrutura da tese compreende capítulos e seções. A divisão dos capítulos se dá pela introdução, fundamentação teórica e metodologia. O capítulo 1, da introdução, apresenta como seções a apresentação do problema de pesquisa, bem como seus objetivos, sua delimitação e relevância, a originalidade da tese e as proposições que nortearão a pesquisa de cunho qualitativo.

O capítulo 2, da fundamentação teórica, exhibe as seguintes seções: a seção 2.1 apresenta a Matriz Energética brasileira atual, expõe o sistema de inovação e o papel do Estado brasileiro na PD&T do setor de energia e como ela é apresentada na Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia. Ainda, apresenta-se o conceito de maturidade e de prontidão tecnológica que servem de suporte para a análise da TRL, trazendo modelos de aplicação no setor de energia.

O capítulo 3, da metodologia, apresenta os procedimentos de pesquisa e a elaboração do instrumento, que serão analisados no capítulo 4, para, posteriormente, no capítulo 5, tecerem-se algumas conclusões, visando a responder ao objetivo proposto nesta tese.

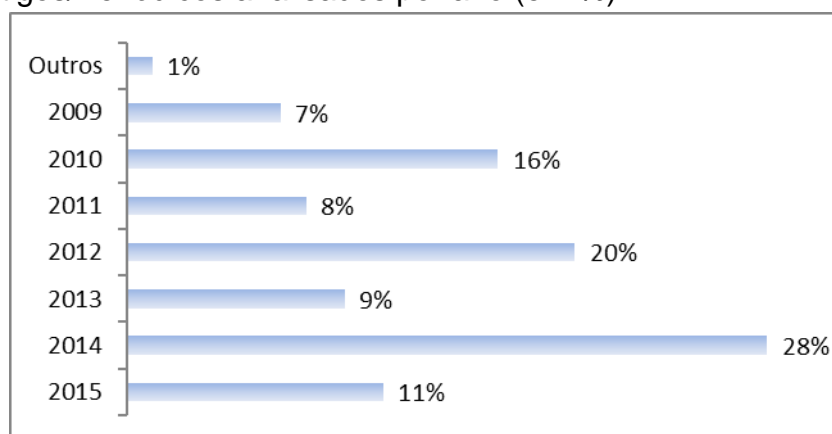
## 1.6 Contribuições da pesquisa

Com intuito de atestar a originalidade do presente estudo, bem como identificar as contribuições e lacunas no âmbito da pesquisa no setor energético, no que se refere à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico associado à TRL (*Technology Readiness Level*), foi realizado um levantamento bibliométrico nas bases de dados CAPES, Scielo Brasil – *Scientific Electronic Library OnLine* - e Google Acadêmico, para os anos compreendidos entre 2009 e 2016, dentro de um período de tempo pré-definido para o estudo em materiais de pesquisa clássicos e temáticas atualizadas, em artigos, livros e periódicos classificados como:

- ACT – Administração, Contábeis e Turismo;
- INTER – Interdisciplinar;
- RI – Relações Internacionais; PLAURB – Planejamento Urbano e
- ENG – Engenharia.

Da classificação, resumiu-se a Figura 2, o percentual de artigos identificados.

Figura 2 - Artigos/Periódicos analisados por ano (em %)



Fonte: O autor (2016)

A Figura 2 evidencia que entre os anos de 2009 e 2015 concentra-se a análise, objetivando auferir resultados atualizados que apresentem as interpretações mais atuais sobre as temáticas representativas deste trabalho.

Adotou-se o mesmo procedimento de investigação nas bases de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), para o mesmo período – 2009/2015. Nessa investigação, localizaram-se 4 trabalhos, em nível de mestrado, sendo dois do ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica; um do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e um da PUC/RS. Não se obteve resultado que apresentasse relação com a proposta desse estudo.

O número de artigos por eixo temático está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativo de artigos

Fonte	Eixo Temático				
	Matriz Energética (ME) Marco Regulatório (MR) Sistemas Nacionais de Inovação - SNI	Eficiência Energética	Planejamento Energético	P&DT	TRL
CAPES	537 (ME) 286 (MR) 498 (SNI)	88	53	34	72
SCIELO	6 (ME) 0 (MR)	54	2	20	20
Google acadêmico	19.400 (ME) 3 (MR) 2.650 (SNI)	43	103	46	7.420

Fonte: O autor (2016)

A análise quantitativa do termo PD&T aplicada ao setor estudado foram identificados 34 trabalhos. No tocante à TRL, na mesma base, 72 trabalhos foram

encontrados. A busca na base de dados Capes para a pesquisa relacionada a “*Sistemas Nacionais de Inovação*” resultou em 498 trabalhos.

Na pesquisa do termo “*eficiência energética*”, de *per si*, identificou-se 1346 resultados. Refinando-se a busca à proposta deste trabalho, na associação ao termo “*Matriz Energética*”; 88 artigos foram encontrados. Na busca ao termo “*planejamento energético*”, identificou-se 212 trabalhos e, quando do refinamento, pode-se obter 53 trabalhos.

Na base de dados Scielo, para o eixo Marco Regulatório, as palavras-chave “*marco regulatório brasileiro*”, “*marco regulatório setor energético*”, “*marco regulatório setor energia*”, “*regulação setor energético*” e “*regulação no setor de energia brasileiro*” não auferiu nenhum resultado.

Em relação à palavra-chave “*sistemas nacionais de inovação*” não foram identificados resultados. Porém, resumida a expressão para “*sistemas de inovação*”, 229 trabalhos foram identificados.

No que se refere à TRL, 20 trabalhos foram identificados. Apenas um deles, realizado por profissionais de uma das empresas abordadas neste estudo, apresentou a temática proposta para esse trabalho superficial, pois tratou de um produto específico produzido pela empresa.

Com relação ao portal de busca *Google Acadêmico*, houve disparidade de achados com o tema “*matriz energética*”, “*marco regulatório*” e TRL, que, mesmo após a depuração da pesquisa, apresentou números entre 19.400, 18.100 e 7.420 publicações respectivamente. O mesmo resultado foi obtido quando do uso da expressão “*sistemas nacionais de inovação*”, com mais de 2.650 citações nas mais diversas aplicações em artigos que essa expressão possa contemplar, para o período entre os anos de 2013-2017.

Quando associado às palavras-chave “*marco regulatório mais energia*”, identificou-se 3 trabalhos, sendo que apenas um tratava do tema dentro da especificidade proposta pela presente tese.

Por meio da análise dos resumos, palavras-chave – aqui denominadas de “*hot topics*” – e conclusão dos artigos selecionados pelo autor, buscou-se compreender a tendência no campo de estudo determinado para o presente trabalho, excluindo-se, por deliberação do autor, expressões com apenas uma citação, e que produziu o seguinte estrato de artigos e teses, representado pelo Quadro 3:



Quadro 3- Contribuições Teóricas

Eixo Temático (Palavras-Chave)	Artigos Analisados	“Hot Topics” (Frequência)
Matriz Energética & Marco Regulatório (inclui a participação do Estado no setor de Energia e os Sistemas Nacionais de Inovação)	45	Sistemas de Inovação (33) Inovação (27) Fontes Alternativas* (18) Fomento à pesquisa (16) Competitividade ** (10) Sustentabilidade (9) Marco Regulatório (6) Redução Emissão Gases (3) Racionalidade socioambiental (2) Privatização setor elétrico (2) *inclui tópicos como “Diversificação da Matriz Energética”, “Energias Renováveis”, “Biomassa” e “Fontes limpas”. ** inclui os tópicos “Crescimento Econômico” e “Desenvolvimento Econômico”.
Principais referências	Goldemberg (2015); Silva (2014); Ribeiro, Pierot, Corrêa (2013); Schutz, Massuquetti e Alves (2013); Bronzatti e Neto (2008); Tolmasquim (2007)	
P&DT	31	Desenvolvimento Tecnológico* (14) Inovação Sustentável (11) Inovação (9) P&D no Setor Energético (8) Incentivos para P&D (8) Políticas Públicas em P&D (6) Estratégia Tecnológica (3) Eco-inovação (2) *inclui o tópico “Novos Produtos”.
Principais referências	Mazzucato (2014); Tidd, Bessant e Pavitt (2008); Cassiolato e Lastres (2000); Villela e Magacho (2009); Freeman (1995); Lundvall (1985)	
TRL	33	Inovação Tecnológica (5) Urânio – fontes alternativas de energia (2) Cadeia Produtiva Energética (2) Aviação (2) Desenvolvimento Sustentável (2) Indústria (2)
Principais referências	Mankins (1995); Sauser (2007); Paulk et al (1993); Rybica, Tiwari, Leeke (2016); Cardoso (2013)	

Fonte: O autor (2016)

Contribuiu também para o levantamento bibliométrico sobre a temática proposta para a presente tese, a análise de 31 relatórios ou estudos técnicos, com destaque para aqueles ilustrados pelo Quadro 4.

Quadro 4 - Relatórios – Estudos analisados

<b>Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2013)</b> – Informações relacionadas ao mercado de energia elétrica no Brasil nos últimos cinco anos.
<b>Balço Energético Nacional (2014)</b> - Apresentar a contabilização relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil.
<b>BP Energy Outlook 2030 (2013)</b> – Apresenta dados estatísticos sobre a intensidade do consumo energético, políticas energéticas, dentre outros.
<b>Brasil Sustentável - Perspectivas dos mercados de petróleo, etanol e gás (2010)</b> - Análise aprofundada e projeções densas sobre oferta, demanda, crescimento e impacto da

indústria de combustíveis na economia mundial até o ano de 2020.
<b>Brasil sustentável desafios do mercado de energia (2000).</b> Tem o objetivo de trazer elementos valiosos, tanto para o debate da questão energética, como para o planejamento das instituições e empresas envolvidas na busca das melhores soluções para suprir a demanda por energia.
<b>Coletânea de Legislação: Setor Elétrico Brasileiro (2009)</b> - Facilitar a pesquisa das principais normas que regem o setor elétrico brasileiro
<b>Energias Renováveis: Riqueza sustentável ao alcance da sociedade (2012)</b> – O Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara dos Deputados buscou, neste trabalho, analisar o estímulo para novos investimentos em fontes alternativas de energia compatível com as demandas de um novo paradigma tecnológico capaz de sustentar a ampliação do modelo nacional de produção de energia.
<b>Estudos de Demanda de Energia (2014)</b> - Apresenta as evoluções das demandas dos energéticos aderentes ao cenário econômico de longo prazo.
<b>International Energy Agency (2014)</b> – Analisa a economia dos 16 maiores países do mundo, traçando um paralelo com o consumo energético.
<b>Matriz Energética Nacional (2013):</b> Apresenta fontes energéticas produzidas no Brasil.
<b>Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (2013)</b> - Apresenta importantes sinalizações para orientar as ações e decisões relacionadas ao equacionamento do equilíbrio entre as projeções de crescimento econômico do país e a necessária expansão da oferta, de forma a garantir à sociedade suprimento energético com adequados custos em bases técnica e ambientalmente sustentável.
<b>Resenha Energética Brasileira (2014)</b> - Apresenta os principais indicadores de desempenho do setor energético brasileiro de 2014, nas áreas de petróleo, gás, bioenergia, energia elétrica, carvão mineral e setores intensivos em energia, além da análise de dados agregados das cadeias energéticas e comparações internacionais.
<b>Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios (2012)</b> - Voltado para a análise crítica e a elaboração de propostas de políticas públicas para setor elétrico brasileiro, à altura dos desafios do século XXI.
<b>The Energy Access Situation in Developing Countries ONU (2009)</b> – Trata da informação acerca da geração e consumo energético em países subdesenvolvidos, seus desafios e oportunidades de crescimento.
<b>Technology Readiness Assessment (TRA)</b> – Tem por objetivo sugerir as melhores práticas de gestão que referendam a TRL.
<b>Technology Readiness Assessment Guide</b> – Guia de implantação da TRL.
<b>Deploying Renewables 2011</b> - Fornece uma revisão abrangente e análise da política de energia renovável e as tendências do mercado.
<b>Manual de P&amp;D da ANEEL</b> - Estabelece as diretrizes e as orientações para a elaboração de projetos de P&D regulados pela ANEEL.
<b>Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro:</b> Avalia o programa de P&D regulado pela ANEEL.
<b>Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil</b> - Descreve as características do apoio financeiro à pesquisa em energias renováveis (ERs) dentro dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).
<b>Estudo de Projetos de alta complexidade: indicadores de parques tecnológicos</b> - Atualiza as informações sobre a situação atual das iniciativas de parques científicos e tecnológicos no Brasil.
<b>Renewables 2016 - Global Status Report</b> – Compartilha percepção e conhecimento acerca do mercado de energia.
<b>Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016-2019</b> - Norteia ações que contribuam para o desenvolvimento nacional por meio de iniciativas que valorizem o avanço do conhecimento e da inovação.

Fonte: O autor (2016)

Tendo essas premissas por fundamento, salienta-se que a pesquisa realizada a título de análise bibliométrica encontrou elementos esparsos nas análises efetuadas, visto que os temas foram tratados, em sua maioria, de forma independente, não se referindo – ou mesmo igualando - a análise proposta para este trabalho que, a partir da Pesquisa e do Desenvolvimento Tecnológico para setor energético brasileiro, busca responder questões relativas à inovação; a como a TRL se insere na estratégia de desenvolvimento do setor; às fontes de financiamento à inovação e ao direcionamento dos esforços de pesquisa para o setor no Brasil.

Assim sendo, o resultado deste levantamento produziu substanciais elementos que tratam do tema proposto para o trabalho, reiterando o proposto por Resch (2016, p. 35) de que “os descritores são limitadores e, portanto, os trabalhos localizados não indicam a totalidade das publicações” aqui relativas ao setor energético brasileiro, à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico no setor energético e TRL, cujo tripé da pesquisa preconizada por Cintra (1982), que inclui originalidade, importância e viabilidade, pode ser assim analisado:

- i) Originalidade – Assim como inovação não se pode confundir com invenção, a originalidade não trata de um elemento “novo”, mas sim, pelo fato de se propor ir à essência das coisas, dos fatos, da origem, aplicada ao presente trabalho pela investigação da pesquisa energética no Brasil, segundo a escala TRL, pela avaliação da forma de financiamento à pesquisa no setor no Brasil, de acordo com as pesquisas em andamento nas empresas, em um conjunto único, interdependente e inter-relacionado entre si, que traduz uma forma original de análise da configuração da P&DT no setor energético brasileiro;
- ii) Importância – Intimamente ligada à necessidade da pesquisa em responder determinada questão, seja de ordem prática ou teórica, da sociedade ou natureza;
- iii) Viabilidade – Tem relação direta com o tempo e o preparo do pesquisador para que torne a pesquisa factível e contribua efetivamente para o complemento dos conceitos de originalidade e importância.

Baseado no tripé anteriormente apresentado, esta pesquisa apresenta os seguintes pressupostos conceituais:

- Panorama Geral da Matriz Energética Brasileira – Matriz Energética
  - Que a natureza da mudança oriunda do marco regulatório nacional foi elemento de impulso para a inovação ao longo do processo produtivo

da cadeia de energia, contribuindo para a configuração de uma nova Matriz Energética Nacional.

- Sistema de Inovação e o Papel do Estado no Setor Energético Brasileiro (vinculado aos objetivos de *identificar o acesso e uso de fontes de financiamento público nas atividades de P&DT, e também os elementos essenciais que caracterizam os financiamentos à P&DT no setor energético brasileiro.*
  - Que as interações públicas–privada no setor de energia devem contemplar ações propositivas e/ou modelos de difusão tecnológica e de conhecimento, fruto do relacionamento de distintos atores como garantia da continuidade produtiva, frente à infraestrutura atual do setor no Brasil.
- P&DT no Setor de Energia (vinculado ao objetivo do trabalho, que pretende identificar *as direções dos esforços de pesquisa segundo a natureza temática das pesquisas em andamento*).
  - Que investimento em P&DT no setor energético contribuiu para a eficiência do setor, ao incorporar, ao longo da cadeia produtiva, além da oferta dos recursos naturais, tecnologias apropriadas que contribuíram para o aumento do suprimento de energia.
- TRL como metodologia de Análise (vinculado ao objetivo do trabalho que pretende identificar *qual o nível de maturidade de pesquisa energética no Brasil, segundo a escala TRL - Technology Readiness Level*).
  - Que as TRL's são importante fonte de avaliação da maturidade de um projeto em energia, visto que impacta em aplicabilidade e orçamento, sendo relevante para a gestão de risco desses projetos no setor de energia.

Espera-se contribuir na esfera econômica ao avaliar o cenário inovador aplicado ao setor energético brasileiro, delineando uma tendência de pesquisa e apresentando as perspectivas de oportunidade para o setor, que derivam para o aprimoramento do desempenho das empresas do setor, a partir dos centros de pesquisa estudados e dos profissionais entrevistados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O fundamento teórico deste estudo está alicerçado em quatro seções específicas:

- i) Apresentação da Matriz Energética do Brasil, retratando a essência do estudo e mostrando a necessidade de incremento da pesquisa no setor, como forma de garantir a segurança energética nacional;
- ii) Descrição dos sistemas de inovação e a forma como o Estado conduz as políticas para o setor de energia;
- iii) Abordagem da essência da P&DT no Brasil, seu status atual, trazendo à luz também o setor em nível mundial, no que tange às pesquisas para a área de energia;
- iv) Associação dos conceitos de maturidade e prontidão tecnológica, trazendo para a discussão o exame da TRL, seus fundamentos e premissas, que servirão de base para conhecimento acerca dos níveis de prontidão tecnológica nas empresas estudadas, representativas no âmbito nacional, promotoras de projetos na área de energia em seus segmentos de atuação.

O arcabouço teórico apresenta a forma como será apresentada a discussão temática do problema de pesquisa da presente tese que contribuirá também para sua forma de análise.

### 2.1 Panorama geral do setor energético brasileiro

O Brasil, assim como outros países do mundo, é muito dependente dos combustíveis fósseis para geração de energia. Bermann (2007) salienta que a escala produtiva do Brasil traz certa morosidade à necessidade de esforço para a implantação de projetos de substituição desse tipo de energia pelas energias renováveis, levando a crer que o caminho para a efetiva mudança na forma de geração de energia será lento e demorado, exigindo do setor esforços em pesquisa que contribuam para a efetividade do suprimento de energia demandado pelo país, pensamento que encontra eco em Goldemberg e Lucon (2007). Os referidos autores enfatizam o fato de a oferta de energia no país estar centrada em petróleo e

hidroeletricidade, cuja dificuldade de definir um posicionamento sobre qual rumo seguir no setor pode alterar a composição de sua matriz energética.

Além do setor de petróleo, os setores de gás, bioenergia e hidráulico situam-se entre as principais fontes do setor energético brasileiro, segundo o Ministério de Minas e Energia - MME, cuja demanda tem crescido constantemente acima do PIB brasileiro. Tal preocupação é recorrente, visto que essa relação representa um conceito importante em termos de otimização da matriz energética, pela relação econômica chamada de “elasticidade-renda”, que, de forma simplificada, pode ser entendida como a medida entre a variação percentual da demanda de um bem dada a variação percentual na renda de um indivíduo/país, podendo ser exemplificado pelo estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE – e que traz a correlação consumo X PIB, apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Elasticidade-renda no consumo de energia

Período	Consumo ( $\Delta\%$ a.a.)	PIB ( $\Delta\%$ a.a.)	Elasticidade
2014-2019(a)	4,4	3,0	1,46
2019-2024(b)	3,9	4,1	0,95
2014-2024(c)	4,1	3,5	1,17

Fonte: Brasil (b), 2015, p.61

Pela Tabela 2, registra-se um aumento da elasticidade no momento “a”, fruto da retomada econômica do país projetada para o período, com conseqüente queda na elasticidade no ponto “b”, por conta da estabilidade projetada para o período pós-crescimento.

Estabelecendo-se uma média para os 10 anos avaliados – “c”, ratifica-se a relação elástica entre renda e consumo, representativo de um aumento no consumo *per capita* de eletricidade, associado a um aumento na renda *per capita* em proporções praticamente equivalentes.

A preocupação manifesta em torno da efetividade da matriz energética é tema recorrente nas análises da conjuntura mundial e brasileira, como as considerações tecidas no âmbito da Organização dos Estados Ibero-americanos – OEI (2017), que tratam do assunto renda *versus* consumo de forma global, sob o seguinte prisma:

- A intensidade energética mundial dada pela relação demanda energética X PIB, tende a decrescer;

- A redução paulatina do consumo interno de energia por parte dos países mais industrializados;
- A otimização do processo produtivo por parte dos países industrializados, em contraponto à necessidade de crescimento dos países em desenvolvimento;
- O petróleo como fonte principal de energia, ao menos até 2020, perdendo gradativamente espaço para outras fontes, como o gás natural e, especialmente, para o carvão mineral.

No que se refere ao Brasil, a OEI aponta:

- Redução da intensidade energética;
- Dependência menor de energia importada, visto que o Brasil possui 41% de oferta em energias renováveis;
- Perspectiva positiva de oferta de energia, em especial oriunda da cana-de-açúcar.

No Brasil, a maior parte da demanda por energia se origina do setor industrial, seguido pelo residencial. Compreender essa necessidade produtiva é condição precípua para a projeção da matriz energética, pois o país e a cadeia produtiva, podem ser menos dependentes do petróleo diante de alternativas como o gás natural e o biodiesel, preocupação esta referendada por Goldemberg (2015), ao listar os maiores problemas do atual sistema energético: exaustão das reservas, segurança no abastecimento e impactos ambientais gerados pelo homem.

A partir do relatório “Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro”, do CGEE (2017), tem-se clara percepção da urgência em pesquisa para o setor no Brasil, visto que “cumprimento da cadeia de inovação e a inserção de um produto original no mercado ainda não é uma realidade” (CGEE, 2017, p.133), estando as pesquisas aplicadas direcionadas ao setor solar e hidroelétrico, ao passo que inovações em outros setores esbarram na escala experimental de desenvolvimento, reforçando o presente estudo de que o setor de energia no Brasil apresenta características de inovação para projetos de baixo risco.

À vista disso, pode-se inferir que há necessidade de uma maior participação da cadeia de CT&I e da indústria nacional para o desenvolvimento conjunto de projetos inovadores. É, portanto, imprescindível que sejam criadas políticas para apoiar o Programa de P&D regulado pela Aneel, no sentido de dar o direcionamento mais eficiente dos recursos garantidos em lei e de apoiar o desenvolvimento tecnológico pelo setor via programas de coordenação entre CT&I, cadeia produtiva e empresas do setor elétrico (CGEE, 2017, p.135).

Desta forma, pode-se indicar os principais desafios para a efetividade da P&DT no setor de energia no Brasil, conforme dados do CGEE (2017, p.726):

- Alta concentração de capital intelectual nas regiões sudeste e sul;
- Pouca coparticipação entre os autores na área;
- Poucos diretórios de pesquisa existentes no país;

Tais fundamentos reforçam a necessidade e urgência de soluções inovadoras no segmento energético de maneira produtiva, criando valor não só para as empresas, como para o mercado e tornando efetiva a cadeia produtiva do setor no Brasil (ALMEIDA; MELO, 2012).

Uma breve descrição da conjuntura energética requer apresentar a classificação das fontes de energia existentes, como forma de alinhar o entendimento entre a matriz energética e os tipos de fontes, que representam, em sua essência, as possibilidades de pesquisa nessas novas fontes energéticas. O Quadro 5 apresenta essa classificação.

Quadro 5- Classificação Geral das Fontes de Energia

<b>Classificação</b>	<b>Fontes Primárias</b>		<b>Fontes Secundárias</b>
<b>Não renováveis</b>	Fósseis	Petróleo	Xisto
		Gás natural	
		Carvão	
		Nuclear	
<b>Renováveis</b>	Tradicionais	Biomassa	
	Convencionais	Hidráulica	
			Cana-de-açúcar
			Madeira
		Biomassa	Carvão
			Biogás
			Carvão
		Modernas	Solar
		Eólica	
		Gravitacional	Dos oceanos



Como exposto pelo Quadro 5, a classificação das fontes de energia em renováveis e não renováveis tem relação direta com o tempo de renovação. O petróleo classifica-se como não renovável, visto que sua renovação é lenta, por vezes milhares de anos e ainda dependente de condições ambientais. Já as fontes energéticas, cuja utilização pelo homem não apresenta significativa variação em sua utilização, como as marés e a solar, ou cuja reposição é de fácil processo, como a biomassa, são classificadas como renováveis.

Destacando-se as fontes de energia limpa, como a biomassa, o biogás, a eólica e a solar, é pertinente apresentar suas descrições e estimativas de exploração – Quadro 6 –, em razão do potencial de desenvolvimento fruto de pesquisas para cada segmento.

Quadro 6- Características das fontes de Energia Limpa

Fonte	O que é	Estimativa de Produção
Biomassa	Matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia.	Dois trilhões de biomassa no globo terrestre (equivalente a 8 vezes o consumo mundial de energia primária).
Biocombustível	Ação de micro-organismos bacteriológicos sobre o acúmulo de materiais orgânicos (Biomassa), como lixo doméstico, resíduos industriais vegetais, esterco de animais, entre outros.	Uso como substituto – ou complemento, como na atualidade – de combustíveis para as indústrias pesadas e também no segmento de transporte.
Eólica	Geração realizada com o uso de turbinas eólicas.	A capacidade de geração de energia eólica poderá passar dos atuais 1 giga watt (GW) para 7 GW, representando 10% da geração de energia do país.
Solar	Geração realizada com a captação da energia solar via placas fotovoltaicas.	O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje uma das alternativas energéticas mais promissoras para prover a energia necessária ao desenvolvimento humano.
Ondas	Geração de energia através do movimento das ondas do mar.	O potencial energético das ondas no Brasil é estimado em 87 giga watts e se estende pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Testes da Coppe/Rj indicam que é possível converter cerca de 20% desse potencial em energia elétrica, o que equivale a 17% da capacidade total instalada no país atualmente.

Fonte: Gomes; Maia (2012); Ribeiro; Pierot; Corrêa (2013); Cepel (2015); Coppe (2014)

As estimativas apresentadas no Quadro 6 reforçam que as fontes de energia refletem o direcionamento estratégico escolhido pelas nações em termos

econômicos, cuja escolha é pautada pelo padrão de produção e de consumo da sociedade local (SCHUTZ; MASSUQUETTI; ALVES, 2013), representada pelos países Estados Unidos, Brasil, Reino Unido e China, contemplando quatro continentes e quatro economias latentes no cenário mundial.

A Tabela 3 retrata os padrões de consumo desses países.

Tabela 3 - Fontes primárias de energia – Consumo

<b>Tipo \ Ano</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Petróleo/ton</b>						
US	850,1	834,9	817,0	832,1	838,1	851,6
Reino Unido	74,9	73,7	71,2	70,6	69,9	71,6
China	447,9	464,2	486,3	507,2	526,8	559,7
Brasil	120,0	125,9	128,8	137,4	143,4	137,3
<b>Gás Natural/tep</b>						
US	619,3	628,8	657,4	675,5	692,7	713,6
Reino Unido	84,8	70,3	66,5	65,7	60,0	61,4
China	100,1	123,4	135,8	154,7	169,6	177,6
Brasil	24,1	24,0	28,5	33,6	35,5	36,8
<b>Carvão/tep</b>						
US	525,0	495,4	437,9	454,6	453,8	396,3
Reino Unido	30,9	31,4	39,0	37,1	29,9	23,4
China	1743,4	1899,0	1923,0	1964,4	1949,3	1920,4
Brasil	14,5	15,4	15,3	16,5	17,6	17,4
<b>Energia Nuclear/tep*</b>						
US	192,2	188,2	183,2	187,9	189,9	189,9
Reino Unido	14,1	15,6	15,9	16,0	14,4	15,9
China	16,7	19,5	22,0	25,3	30,0	38,6
Brasil	3,3	3,5	3,6	3,5	3,5	3,3
<b>Hidroelétrica/tep</b>						
US	59,5	73,0	63,1	61,4	59,3	57,4
Reino Unido	0,8	1,3	1,2	1,1	1,3	1,4
China	163,4	158,2	197,3	208,2	242,8	254,9
Brasil	91,3	96,9	94,0	88,5	84,5	81,7
<b>Solar/tep</b>						
US	0,7	1,1	2,0	3,6	6,2	8,8
Reino Unido	-	0,1	0,3	0,5	0,9	1,7
China	0,2	0,6	1,4	3,5	5,2	8,9
Brasil	-	-	-	-	-	-
<b>Eólica/tep</b>						
US	21,6	27,5	32,2	38,4	41,5	43,6
Reino Unido	2,3	3,5	4,5	6,4	7,2	9,2
China	10,1	15,9	21,7	31,9	36,2	41,9
Brasil	0,5	0,6	1,1	1,5	2,8	4,9

\*Tep – Toneladas Equivalentes de Petróleo

Fonte: Elaboração própria a partir de British Petroleum (2016)

Na Tabela 3, observa-se que a China tem a maior demanda de energia de todos os tipos, com crescimento constante, fruto dos investimentos externos e busca

por novos mercados, exceção feita ao carvão natural. O mesmo cenário pode ser aplicado aos Estados Unidos, com a justificativa de que seu elevado consumo se deve à manutenção do seu crescimento econômico. O Reino Unido apresenta dependência das fontes de gás natural e petróleo, demonstra o uso da energia nuclear e, por suas características geofísicas, as demais fontes de energia são pouco utilizadas.

O Brasil pouco reduziu sua demanda por petróleo e, em boa parte, ocasionado pela seca no ano de 2015, houve queda significativa do fornecimento com base em energia advinda das hidrelétricas, sendo o país incipiente no uso da energia sob a forma solar e ainda baixa exploração no que tange à exploração solar.

A associação das fontes de energia com as projeções de suprimento energético, que envolve toda cadeia de fornecimento, são elementos determinantes para a composição da Matriz Energética de um país.

### 2.1.1 Matriz energética brasileira

A matriz energética brasileira é considerada uma das mais limpas do mundo. Essa assertiva é corroborada pela intensa presença de fontes renováveis, apresentadas no Quadro 6, que inclui as convencionais, como a hidráulica e as portadoras de futuro, como solar, eólica, gravitacional e biomassa.

A matriz energética nacional sofreu alterações com o passar dos tempos: da lenha ao carvão vegetal, que nos anos 40 correspondiam a 83,34% do consumo energético, aos atuais 10%; aos produtos de derivados da cana-de-açúcar, que correspondiam a 2,37% nos anos 40, frente aos atuais 16%; passando pelo petróleo e seus derivados, com 6,41%, nos anos 40, ante os 48,76% atuais (SCHUTZ; MASSUQUETTI; ALVES, 2013).

Mesmo com esse cenário, a matriz energética nacional é ainda dependente de fontes fósseis de energia. O Brasil, ao longo dos últimos 30 anos, tem direcionado seus investimentos para o suprimento de energia em usinas hidrelétricas (RONDINELLI; SILVA, 2015). O passado recente de racionamento e a dependência climática justificam a necessidade de reflexão da Matriz Energética do país e das formas de suprimento energético que incluam o estímulo à pesquisa, como forma de se sujeitar o menos possível a fontes geradoras de energia não

renováveis, como o petróleo, e àquelas que dependem de fenômenos naturais, como a energia hidráulica.

Alguns aspectos acerca das fontes de energia que compõem a matriz energética nacional, são apresentados pelo Quadro 7:

Quadro 7– Aspectos das fontes de energia do Brasil

<p><b>Energia Hidráulica</b> - Elemento diferencial na Matriz de Energia do Brasil e a principal fonte energética do país, sendo responsável por aproximadamente 62% da energia total produzida no Brasil em 2015. Possui características especiais de produção, da fonte à distribuição, requerendo intensificar pesquisas que mitiguem a perda energética ao longo da cadeia de fornecimento.</p>
<p><b>Energia Eólica</b> - Essa fonte se destaca no prol das novas tecnologias com base em aproveitamento renovável, fruto do desenvolvimento de novas tecnologias e inovações, cujo marco inicial do seu uso como fonte energética é representado pela instalação de uma turbina de 75KW na ilha de Fernando de Noronha, em 1992.</p>
<p><b>Energia Solar</b> - Se apresenta, sob os critérios de acessibilidade, abundância, ambientalmente limpa e de baixo impacto, como grande perspectiva futura de geração energética, que poderá, a médio prazo, contribuir de forma significativa para a melhoria da produtividade energética brasileira e conseqüente melhoria da qualidade de vida das pessoas.</p>
<p><b>Biomassa - Etanol</b> - Embora sua eficiência ainda seja menor quando comparada com o uso de energia hídrica ou mesmo da energia oriunda dos ventos, sua principal vantagem é o aproveitamento direto, pela combustão, o que faz da biomassa ponto importante de alternativa energética no país, como subproduto oriundo da cana-de-açúcar.</p>
<p><b>Petróleo e Gás Natural</b> - A descoberta de novas jazidas de petróleo em águas ultra profundas abriu uma nova fronteira para a indústria de petróleo e gás natural que, associada às intempéries climáticas, favorece novas pesquisas no setor. O desenvolvimento da camada pré-sal deixou o Brasil em posição de destaque no cenário internacional com a expectativa de dobrar a sua capacidade produtiva até 2020.</p>

Fonte: Baseado em Ziviani; Ferreira, 2014; Brasil, 2016; Silva, 2006; Bronzatti; Neto, 2008; Nascimento et al., 2014; Dutra, 2010

O Brasil possui potencial para a formação de uma das mais diversificadas matrizes energéticas do mundo, o que atribui à eficiência energética especial relevância, considerando-se futuras demandas de energia.

Partilha do mesmo pensamento a proposição de Tolmasquim (2007), que infere a importância da vantagem competitiva que a diversificação da matriz energética brasileira proporciona, quando se compara a outros países do mundo, e a premente preocupação sobre as ações que deverão ser tomadas para manter essa vantagem competitiva.

A Tabela 4 apresenta a Matriz Energética Brasileira, representativa da quantidade de energia oferecida no país, em grande parte oriunda da geração de Energia Primária, a partir da década de 1970.

Tabela 4 - Matriz Energética Brasileira – produção (GWh)

Geração elétrica por fonte no Brasil (GWh/1000)												
	2011	Δ%	2012	Δ%	2013	Δ%	2014	Δ%	2015	Δ%	Δ% (2015/14)	Part. % (2015)
<b>Total</b>	<b>532</b>	<b>-</b>	<b>553</b>	<b>4%</b>	<b>571</b>	<b>3%</b>	<b>591</b>	<b>4%</b>	<b>582</b>	<b>-2%</b>	<b>-1,5</b>	<b>100</b>
Gás Natural	25	5%	47	8%	69	12%	81	14%	79	14%	-2,0	13,7
Hidráulica	428	80%	415	75%	391	68%	373	63%	360	62%	-3,7	61,9
Deriv. Petróleo	12	2%	16	3%	22	4%	32	5%	26	4%	-18,6	4,4
Carvão	6	1%	8	1%	15	3%	18	3%	19	3%	3,9	3,3
Nuclear	16	3%	16	3%	15	3%	15	3%	15	3%	-4,2	2,5
Biomassa	32	6%	35	6%	40	7%	45	8%	47	8%	5,4	8,2
Eólica	3	1%	5	1%	7	1%	12	2%	22	4%	77,1	3,7
Outras	10	2%	10	2%	12	2%	14	2%	14	2%	1,1	2,4

Fonte: Adaptado de Anuário Estatístico da EPE (2016)

A Tabela 4 apresenta a energia hidráulica como a maior fonte geradora de energia, mas, cabe ressaltar, que em pouco mais de 5 anos, as fontes de energia derivadas da cana obtiveram aumento da ordem de 49,82% contra um decréscimo de 16,01% das fontes hidráulicas. Mostra o incremento de 699,48% da energia eólica – que ainda não atende em grande escala - e um aumento de 109,67% da geração com base nos derivados de petróleo e de 216,76% para o gás natural – ambos combustíveis fósseis.

Esses dados reforçam a preocupação quanto à diversificação e capacidade de renovação da matriz energética nacional, que poderá se dar por meio da participação ativa do Estado como incentivador dos processos de pesquisa e desenvolvimento para o setor.

## 2.2 Sistema de inovação e o papel do estado no setor energético

O processo inovador é fundamental para a maximização produtiva uma vez que gera incremento de produção, não só de forma mais sustentável, como também a um custo mais acessível (CAMARGO et al., 2013), premissa essa homologada por Santos et al. (2014), ao complementar que a inovação também alicerça o desenvolvimento industrial e comercial, cujo desafio se dá, essencialmente, em

torno de processos de pesquisa, normalmente motivados pela demanda de mercado, a alocação de recursos e implementação (SEEBODE et al., 2012).

Sobre a participação do Estado no processo inovador, Mazzucato (2014, p. 97) afirma que o governo, tardiamente se preocupou com a estrutura de inovação industrial no setor, *vis-à-vis* a produção de *commodities*, produtos de baixa densidade tecnológica, tendo preocupação em participar da construção de um sistema nacional de inovação para investimento em pesquisas por necessidade estratégica.

A importância da inovação no contexto organizacional se traduz na descoberta – ou ajustes – de novas rotinas, processos e meios de produção, sendo elemento premente e recorrente nas organizações que busquem criar vantagens estratégicas competitivas através de novos recursos e técnicas que envolvam produtos, recursos financeiros e pessoal capacitado.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) apresentam um elenco de vantagens competitivas expostos no Quadro 8, que se alinham também ao setor energético brasileiro, baseado na bibliometria estudada e em manuais avaliados.

Quadro 8 – Vantagens estratégicas pela inovação

Novidade na oferta de produtos ou serviços	Oferecer o que ninguém consegue
Novidade no processo	Oferecer o que os outros não consigam imitar
Complexidade	Oferecer algo que os outros tenham dificuldade em dominar
Proteção legal – propriedade intelectual	Oferecer algo que os outros não consigam, a menos que paguem licença ou taxa
Tempo	Ser o primeiro a entrar em determinado segmento
Desenvolvimento robusto	Oferecer um produto sobre o qual outros produtos possam derivar.
Reconfiguração de partes do processo	Recriar a forma na qual o sistema interage

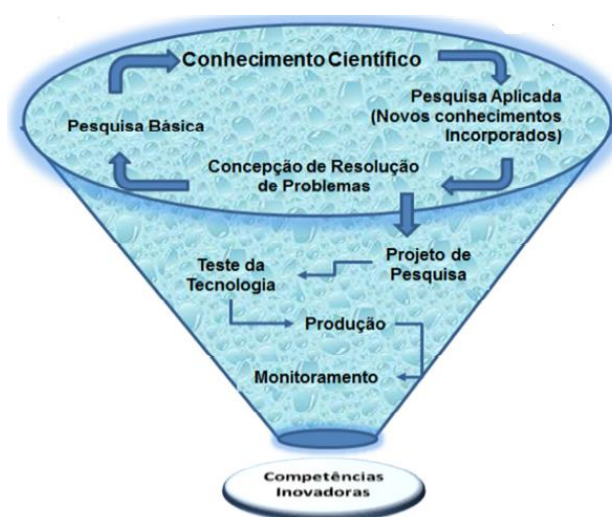
Fonte: Tidd; Bessant e Pavitt (2008)

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2008), são quatro os pilares da inovação que podem se traduzir em vantagens estratégicas:

- Produto – mudar as coisas que uma empresa pode oferecer;
- Processo – mudança na forma de se realizar serviços ou criar produtos;
- Posição – forma de percepção de como os produtos ou serviços são introduzidos no mercado;
- Paradigma – mudança na forma de se pensar o que a empresa faz.

Essas vantagens estratégicas foram percebidas ao longo do trabalho pelo esforço de pesquisa e inovação no incremento de processos e tecnologias para o mercado, fazendo parte de um todo que envolve um conjunto distinto de atividades e qualificações que contribuíram para a criação do processo inovador nas empresas estudadas e na avaliação dos professores. Nessa qualificação, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) reforçam a questão do conhecimento na inovação. Para os autores, ele pode ser empírico – com base na experiência e observação – ou tácito – aquele não formalmente expresso, mas que pode ser aprendido. Nessa linha de pensamento, Freire, Santos e Paim (2013) oferecem uma sistematização das práticas inovadoras, representada pela Figura 3.

Figura 3 - Sistema de Práticas Inovadoras



Fonte: Freire; Santos e Paim (2013)

Como representado pelos autores na Figura 3, os parâmetros de um sistema de práticas inovadoras contemplam cinco dimensões: aprendizagem organizacional, gestão do conhecimento, estratégia, processos e resultados, assim delineados:

- Gestão do conhecimento: integra os processos que se destinam à criação, organização, disseminação e intensificação do conhecimento, criando condições para melhorias do desempenho de uma organização;
- Aprendizagem Organizacional: consiste em um processo de mudança comportamental que advém da absorção do conhecimento holístico do ambiente organizacional. Tem se destacado, em especial, após a difusão

da globalização, que permite maior troca entre os agentes, incremento da concorrência e a disseminação da tecnologia;

- Estratégia: quando vinculada à inovação, tem sua criticidade apontada pela continuidade e sustentação dos processos aos quais a organização se dedica;
- Processos: desmembramentos de uma atividade; os processos têm por função transformar a estratégia em produto final. Os processos ocupam destaque na função organizacional, a partir do momento em que a inovação seja a chave para a criação de novas perspectivas em termos de pesquisa e também de efetivação da estratégia;
- Resultado: reflete as respostas que uma organização obtém por conta de um processo inovador, balizados pelos indicadores que mensuram estas respostas, podendo ser do tipo que mede esforços ao longo da cadeia produtiva – como um conceito de qualidade total – ou os que medem o resultado de um produto ou serviço final.

A cada etapa do processo inovador, um conjunto de atores se articula, sejam públicos ou privados, empresas ou universidades, agências de fomento e instituições financeiras para incrementarem o processo que, segundo Villela e Magacho (2009), contribui para a difusão tecnológica, em que o aprendizado é um aspecto fundamental, condições típicas para a efetividade de um Sistema Nacional de Inovação.

Cassiolato e Lastres (2000), ao abrigo da inovação, refletem acerca das contribuições para o processo inovador, pois, segundo os autores, tais contribuições, oriundas do aprendizado, capacitação e reconhecimento das individualidades, permeiam o processo inovador ao longo do tempo.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005) discorre sobre a relevância das áreas para investigação, sob a ótica de se prover informações essenciais para o processo de inovação:

Idealmente, um sistema de informação abrangente deveria ser construído com a cobertura de todos os tipos de fatores relevantes para a política de inovação e a pesquisa [...]. Um amplo entendimento sobre a distribuição das atividades de inovação entre as indústrias é claramente importante para as políticas de inovação. (MANUAL DE OSLO, p. 49-50).



Schumpeter (1982, p. 67), sugere que as mudanças endógenas são as verdadeiras forças que emergem para o desenvolvimento econômico, que desponta da realização de novas combinações no processo produtivo, motivadas pela necessidade de consumo e produção dos agentes econômicos:

“É, contudo, o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica, e os consumidores, se necessário, são por ele ‘educados’; eles são, por assim dizer, ensinados a desejar novas coisas, ou coisas que diferem de alguma forma daquelas que têm o hábito de consumir. Daí a prescrever a “destruição criadora”, ou seja, a substituição de antigos produtos e hábitos de consumir por novos”. (SCHUMPETER, p. 12).

A passagem reforça o ciclo da inovação que defende Schumpeter (1982, p. 138; 205), que contempla a introdução de um novo bem; introdução de um novo método produtivo; abertura de novo mercado; obtenção de fontes de financiamento e a formação de nova forma industrial, preconizando o enriquecimento da corrente de bens, reorganização produtiva e redução dos custos de produção (SCHUMPETER, 1982, p. 161). Todos estes elementos combinados entre si, nas mais diversas formas, fazem com que o eixo inovador se desloque para atender às necessidades mercadológicas por eles criadas.

Resch (2016) delinea etapas do desenvolvimento desse processo, como se apresenta no Quadro 9 em sequência:

Quadro 9 – Concepção de um Sistema Nacional de Inovação

Inovação a partir de um processo interativo		
<b>Abordagem Tradicional</b>	<b>Abordagem Clássica</b>	<b>Abordagem Evolucionária</b>
Sequência lógica oriunda de atividades a partir da pesquisa- básica		Criação, difusão e conhecimento a partir de diversos atores

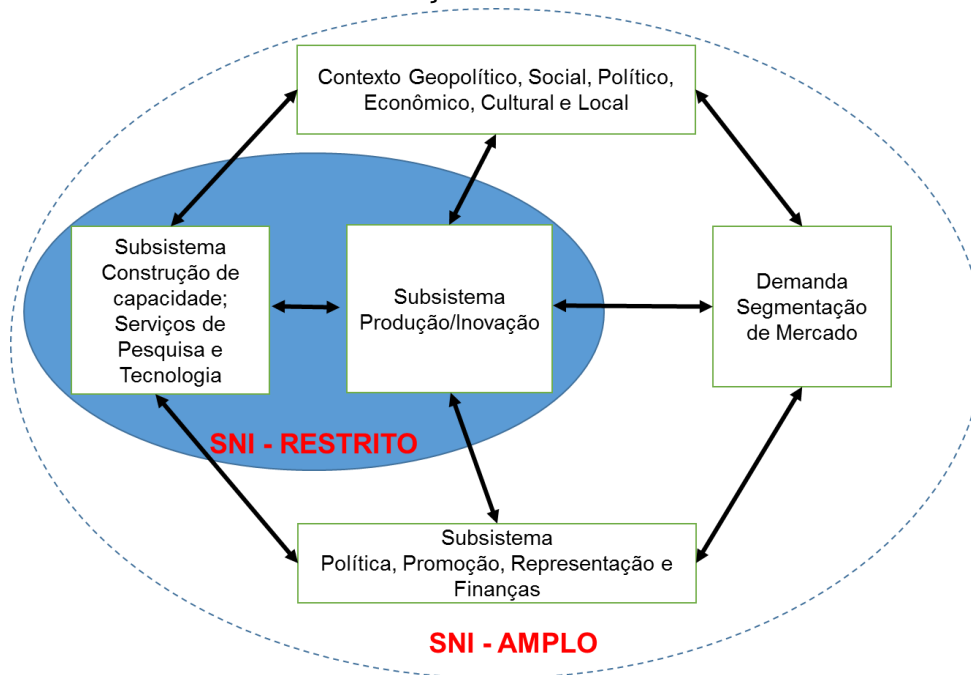
Fonte: O autor, a partir de Resch (2016)

A partir da concepção teórica sobre inovação, obtém-se a compreensão do que venha a ser um sistema nacional de inovação, entendido como a perfeita interação existente entre os agentes dos quais derivam suas redes de

relacionamento e que constituem o todo necessário para que as empresas inovem (FREEMAN, 1995).

Sendo um sistema nacional formado por um conjunto de partes independentes que interagem entre si, Cassiolato e Lastres (2005) preconizaram esse modelo, apresentado pela Figura 4.

Figura 4 – Sistema Nacional de Inovação



Fonte: Adaptado da Lastres e Cassiolato (2005)

Lastres e Cassiolato (2005), Lundvall (1985) e Freeman (1982), apresentam o Sistema de Inovação como uma consequência do processo de aprendizado, que traz consigo as características do processo inovador, como:

- Capacidade inovadora como resultado direto das ações econômicas, sociais e políticas;
- Ambiente mutável e dinâmico, que oferece perspectivas distintas daquelas preconizadas pela economia tradicional;
- Enfatiza maior participação de empresas, organizações, universidades e institutos de pesquisa como elementos de organização de aprendizado;
- A aprendizagem interativa como forma de aumentar a difusão da inovação;
- Compreende que os esforços inovadores locais não podem ser substituídos pela aquisição de tecnologia externa.

Lundvall (2010) define o sistema de inovação como sendo constituído “por certo número de elementos, pelas relações entre esses elementos, que interagem para produção, difusão e uso do novo ou economicamente útil, conhecimento” (LUNDVALL, 2010, p. 2).

A constituição de um sistema inovador está intimamente ligada à criação de políticas e de práticas de fomento, visto que a inovação representa oportunidade de desenvolvimento regional e nacional (MAMEDE et al., 2016).

Como componentes determinantes de um sistema de inovação, Mamede et al. (2016) apresentam os seguintes níveis, representado pelo Quadro 10:

Quadro 10 – Determinantes dos sistemas de inovação

<b>NÍVEL MACRO: NÍVEL DA POLÍTICA DE INOVAÇÃO</b>	
Política nacional de inovação; políticas regionais de inovação; planos estratégicos; educação e treinamento; agenda de ações em P&D; política de <i>clusters</i> ; regulamentação favorável à inovação.	
<b>NÍVEL MESO: NÍVEL DE APOIO À INOVAÇÃO INSTITUCIONAL</b>	<b>NÍVEL MESO: NÍVEL DE APOIO À INOVAÇÃO PROGRAMÁTICA</b>
Centros de transferência de tecnologia; parques tecnológicos; incubadoras; <i>clusters</i> ; agências de promoção de negócios; fornecedores de serviços de inovação; agências de fomento	Programas de P&D básico; programas de P&D aplicado, planos conjuntos de financiamento; ações de acompanhamento para apoio a C, T&I; apoio a empreendedores; programa de desenvolvimento de <i>clusters</i> ; apoio à internacionalização.
<b>NÍVEL MICRO: NÍVEL DA CAPACIDADE DE INOVAÇÃO</b>	
Universidades; instituições de P&D básico; instituições de P&D privadas; inovadores; investidores privados; empreendedores; pequenas e médias empresas; grandes empresas.	

Fonte: Mamede et al. (2016)

O enfoque sistêmico dado à inovação e apoiado pelos sistemas nacionais estão em boa parte centrados no nível da firma, através de relações de parcerias e das interações existentes entre elas e destas com demais atores públicos ou privados que promovam a troca de conhecimento, ambiente típico de sistemas nacionais em desenvolvimento, como no caso brasileiro (MAMEDE et al., 2015).

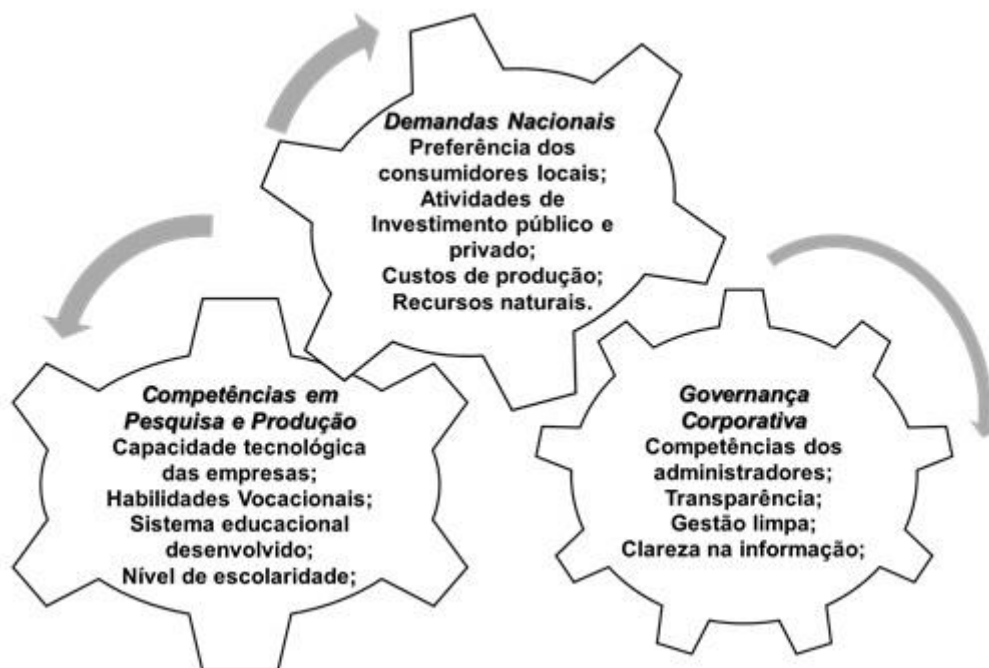
Seidel et al. (2013), apresenta os reflexos da participação dos atores em cada um dos níveis determinantes de um sistema de inovação e que podem ser entendidos como:

- Em nível macro, as políticas nacionais de inovação influenciam diretamente as condições de um sistema de inovação. Leis, decretos e regulamentos neste nível podem, muitas vezes, ser inovadores, de forma positiva ou negativa. O investimento público na inovação depende diretamente das decisões tomadas em nível político;

- Em nível meso, encontram-se os instrumentos relevantes para converter quaisquer decisões políticas relativas à inovação, em prática. Nos países em desenvolvimento e emergentes, essas instituições são, em sua maioria, de propriedade pública e continuam a ser um instrumento fundamental para melhorar e incentivar a capacidade de inovação das empresas, especialmente nos países onde o investimento público é limitado;
- Em nível micro, encontram-se os atores que têm por função principal fornecer e apoiar os principais atores e dentro de um sistema de inovação.

De forma concomitante aos determinantes dos sistemas de inovação, há que se identificar os fatores de um país que são influenciadores de uma política nacional de inovação, visto que os sistemas nacionais nos quais se inserem as organizações contribuem sobremaneira para o direcionamento e intensidade das atividades inovadoras (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008). A Figura 5 apresenta os fatores nacionais.

Figura 5 – Fatores componentes de um sistema nacional



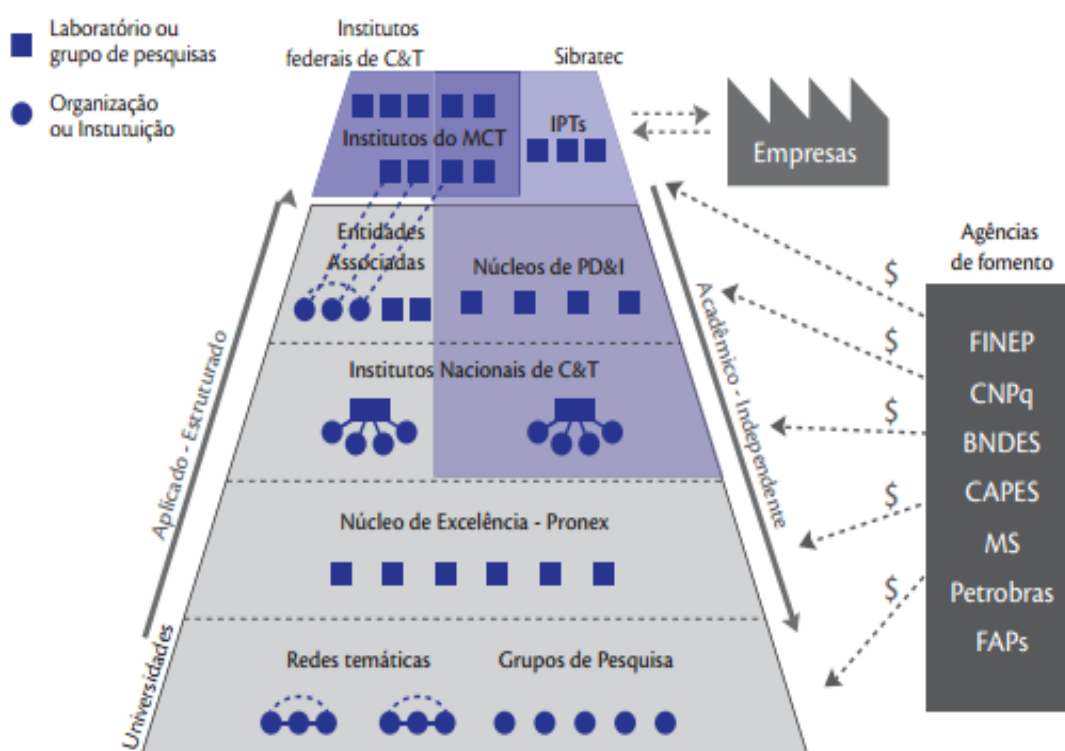
Fonte: Adaptado de Tidd, Bessant e Pavitt (2008)

O sistema nacional em geral, expresso na Figura 5, apresenta o tripé essencial para a estruturação da pesquisa: formação técnica, via competência tecnológica, que associada as demandas nacionais formam a estrutura de governança prevista para um sistema nacional e que encontra respaldo em Tidd,

Bessant e Pavitt (2008), pois, para os autores, é de grande importância o aprendizado e conhecimento adquiridos a partir dos sistemas nacionais, sendo essas características condições fundamentais para o sucesso de sua implantação.

Cassiolato e Lastres (2005), destacam a essência interativa e cooperativa existente entre todos os agentes do processo, apresenta-se a Figura 6 como arquétipo da organização do Sistema Operacional de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, conforme nomenclatura utilizada no Relatório Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Figura 6 – Modelo de organização do Sistema Operacional de CT&I



Fonte: Borges (2012)

Reforça o autor, a partir da Figura 6, que o sucesso das atividades inovadoras requer financiamento à pesquisa, tal como ocorre nos países desenvolvidos, e destaca a premente necessidade de se mudar a mentalidade brasileira para o tocante à exportação de produtos de elevada densidade tecnológica, sustentada por um Sistema de Inovação eficiente, indicando que o modelo brasileiro ainda está em fase de consolidação e que o papel do governo ainda é o de principal provedor, via agências de fomento, do processo inovador.

Há consenso na academia, no governo e na sociedade de que o crescimento econômico com equidade depende do fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. A experiência histórica e a de outros países demonstram que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, juntamente com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, dependem diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do país (BRASIL 2015, p.4).

Exposto no contexto dos Sistemas Nacionais de Inovação, e como elemento catalisador do processo inovador, surgem os Parques Tecnológicos, os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) e as Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICT), cuja atuação se encontra exposta no Quadro 11, estruturado a partir da Lei nº 10.973/04, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

Quadro 11 – Configuração dos PT, NIT e ICT's no Brasil

Denominação	Função	Característica
Parque Tecnológico	Promover pesquisa e inovação tecnológica, estimular a cooperação entre instituições de pesquisa, universidades e empresas, bem como dar suporte ao desenvolvimento de atividades empresariais intensivas em conhecimento.	Complexo planejado de desenvolvimento empresarial e tecnológico, promotor da cultura de inovação, da competitividade industrial, da capacitação empresarial e da promoção de sinergias em atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de inovação, entre empresas e uma ou mais ICTs, com ou sem vínculo entre si;
Núcleos de Inovação Tecnológica - NIT	Gestão de política institucional de inovação.	Estrutura instituída por uma ou mais ICTs, com ou sem personalidade jurídica própria.
Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica - ICT	Discutir com o setor empresarial as demandas recebidas, buscando uma interação conjunta para a construção das propostas de apoio.	Órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, legalmente constituído sob as leis brasileiras, com sede e foro no país, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário à pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos

Fonte: O autor, a partir de Steiner et al. (2013)

A perspectiva da construção de um caminho que fomente a inovação frente aos atores elencados no Quadro 11 reforça a necessidade urgente de formação de pilares inovadores que incluam:

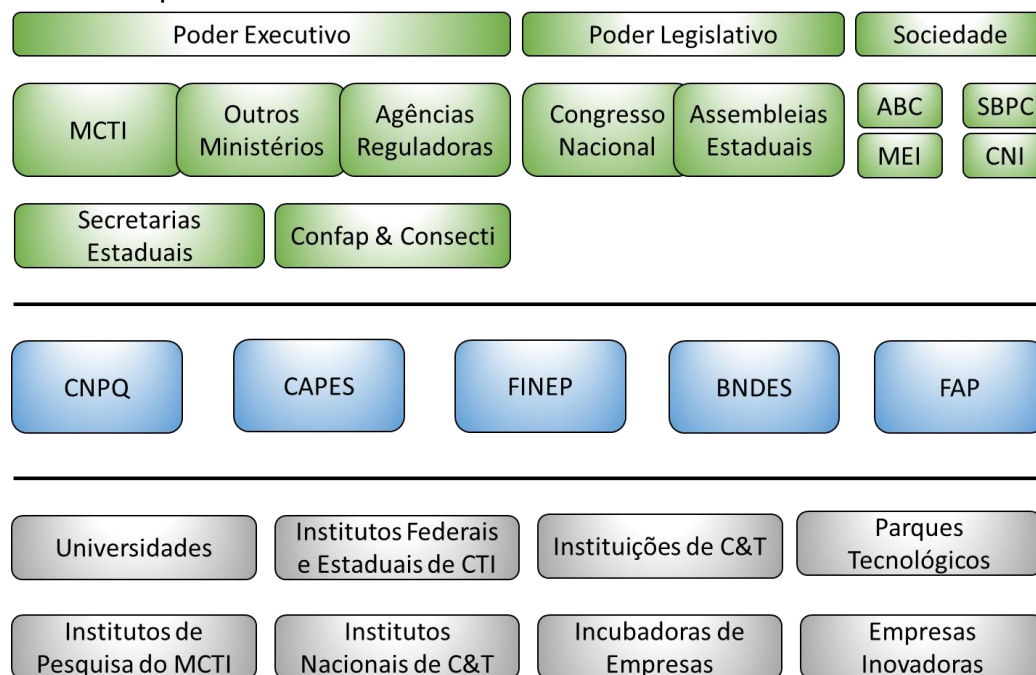
- Incremento da produção científica;
- Atuação estratégica no desenvolvimento da tecnologia e inovação no Brasil;

- Aumento de investimentos em tecnologia e inovação; e
- Aproximação dos agentes envolvidos nos sistemas nacionais de inovação, em prol de um bem comum.

Desta forma, segundo Borges (2009), o equilíbrio dinâmico dado pelo conjunto das ações tomadas no âmbito do desenvolvimento tecnológico colocaria o Brasil em posição de destaque no cenário internacional.

No âmbito apresentado neste capítulo, emerge a construção do Sistema Nacional de Inovação do Brasil, fruto do encadeamento de atores distintos e que está representado pela Figura 7, que será objeto de discussão no capítulo 2.3, referente à P&DT no Brasil.

Figura 7 – Principais atores do SNCTI



Fonte: BRASIL, 2016, p. 18

Os atores estão divididos por eixos coloridos que representam, respectivamente, no eixo verde: atores políticos; no eixo azul: atores das agências de fomento; no eixo cinza: atores operadores de CT&I.

Tendo as mais distintas funções dentro do sistema, desde tomar decisões estratégicas, operar instrumentos, realizar pesquisas e elaborar programas, a partir da ENCTI pode-se elencar os papéis desempenhados por esses atores, conforme o Quadro 12:

## Quadro 12 – Principais papéis dos atores de SNCTI

**Atores políticos** – Definir diretrizes estratégicas que nortearão as iniciativas do Sistema. O poder decisório desses atores deriva tanto dos resultados da democracia representativa (Poderes Executivo e Legislativo), como das escolhas realizadas no âmbito das entidades de representação setoriais (empresários, trabalhadores e pesquisadores).

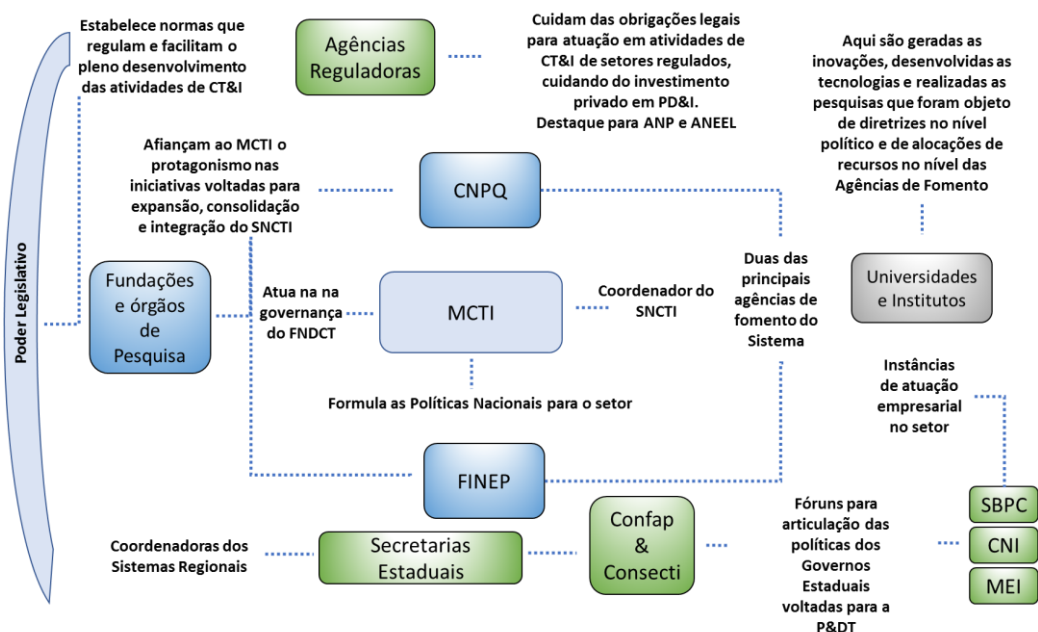
**Atores de Fomento** - Compete o domínio dos instrumentos que viabilizarão as decisões tomadas pelos atores políticos.

**Atores operadores do Sistema** - Compete a execução das atividades de PD&I planejadas.

Fonte: ENCT (2016, p. 50)

É possível também, a partir do mesmo relatório, estruturar a configuração resumida da participação e responsabilidade dos atores no sistema nacional de inovação, representado pela Figura 8:

Figura 8 – Arranjo participativo dos atores no âmbito do SNCTI



Fonte: O autor, a partir da Brasil (2016)

Não só o sistema nacional de inovação é relevante para sua estratégia, mas também o sistema setorial de inovação é componente fundamental.

Do início da década de 1940 até meados da década de 1990, o setor de energia era composto exclusivamente por empresas estatais, fazendo com que o governo priorizasse “o início de novas obras, como os planos de expansão de energia elétrica” (LORENZO, 2007, p. 160). Essa expansão trouxe um grande



endividamento para o setor, visto que aspectos macroeconômicos acabaram por fazer o setor perder sua eficiência (LORENZO, 2007).

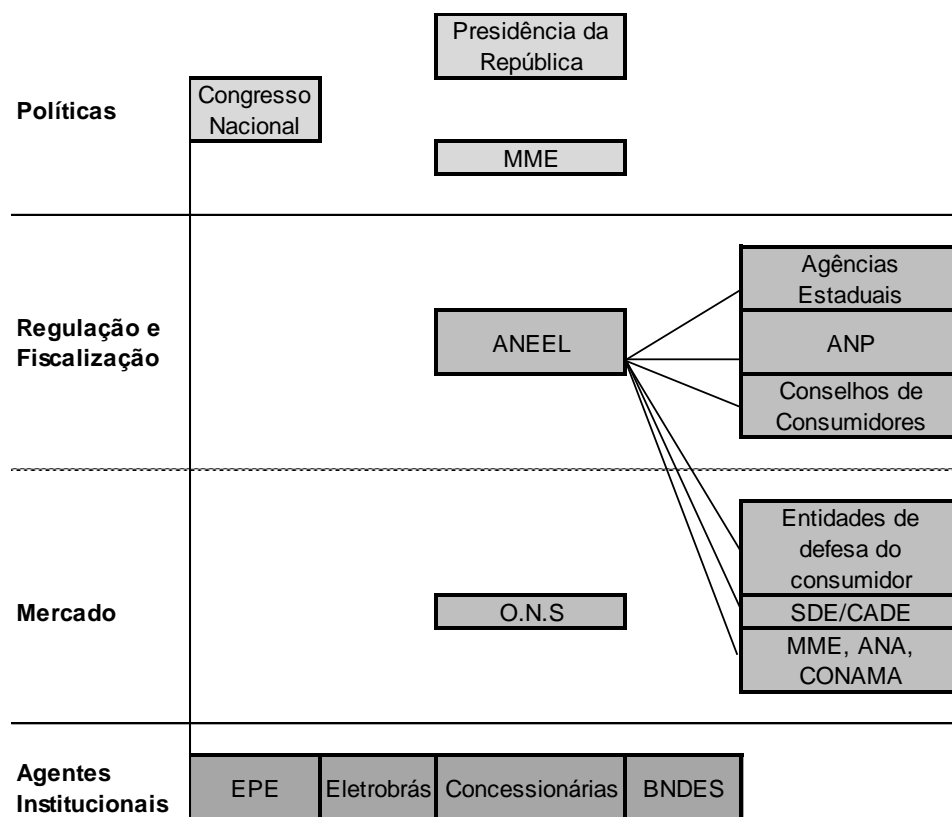
O setor elétrico entra na década de 1990 em uma situação bastante delicada. O Estado não tem mais condições de investir no setor, suas empresas se veem endividadas, sem poder dar continuidade aos planos de expansão. A possibilidade de falta de energia, desde o início da década, passa a ser também uma realidade. A resolução dos problemas financeiros das empresas elétricas deverá passar por um ajuste patrimonial, e as privatizações se apresentam como uma das alternativas ideais para que isso ocorra. (LORENZO, 2007, p.162).

Ainda na década de 1990, o governo conduziu a abertura do mercado global, com intuito de ganhar competitividade e escala produtiva, desconcentrando o modelo de gestão estatal.

Aliado à redução do custo de exploração, inicia-se o processo de privatização, na expectativa de que o mercado – via concorrência – pudesse melhorar as condições econômicas para os consumidores pela transferência dos ganhos de eficiência produtiva, que culminou com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em 1996, cujas principais premissas eram atuar na regulação e fiscalização da produção, transmissão e comercialização de energia elétrica (OLIVEIRA, 2011).

Em 2004, um novo modelo de sistema emerge, vinculando o Estado como o principal responsável pelo planejamento no setor, ilustrado pela Figura 9, representando o sistema setorial para o setor de energia do Brasil.

Figura 9 – Estrutura do Setor Energético Brasileiro



Fonte: Oliveira, 2011

A reforma apresentada pela Figura 9 trouxe algumas alterações para a configuração do setor, segundo a ANEEL (2015):

- Cisão das companhias em geradoras, transmissoras e distribuidoras;
- Forte regulamentação;
- Livre negociação da produção de energia;
- Constituição de novas entidades a partir da década de 1990, como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e o Mercado Atacadista de Energia (MAE).

A síntese do modelo reforça o papel da ANEEL, cuja função é garantir, como órgão regulador e fiscalizador, o equilíbrio do sistema pela ação direta entre os agentes políticos, de mercado e institucionais, lhes permitindo vislumbrar a obtenção de resultados concretos dentro da cadeia do setor elétrico brasileiro.

### 2.2.1 O papel do estado no setor de energia

Somente na década de 1970, o Brasil começou a investir em tecnologia genuinamente nacional. A produção tecnológica era restrita, explicada pela pouca tradição em pesquisa, pouco incentivo oriundo do sistema educacional brasileiro e a apropriação dos “produtos formatados” do exterior, subutilizada por conta da inadequação ao modelo produtivo brasileiro em dispor dos fatores locacionais para a consecução dos objetivos destinados à pesquisa.

A contribuição da inovação para o desenvolvimento e crescimento de um país é inconteste, visto que a formação de um sistema nacional de inovação abarca um conjunto de atores que são responsáveis pelo seu amadurecimento e perenidade.

Santos (2015) apresenta apropriada comparação entre Estados Unidos, Alemanha e Brasil, no que tange ao aporte financeiro para pesquisa em energias renováveis, categoria que inclui a energia hidráulica, nesses países, apresentado pelo Quadro 13:

Quadro 13 – Aporte em P&D em energias renováveis

Característica	Estados Unidos	Alemanha	Brasil
Porte do apoio estatal para P&D em energia renovável.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desembolso à P&amp;D de US\$ 1,78 bilhão em 2012. (R\$ 3,3 trilhões).</li> <li>•Equivalente a 0,0118% do produto interno bruto (PIB) – base 31/12/2011.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desembolso de € 265 milhões em 2012 (R\$ 820 milhões) para P&amp;D.</li> <li>•Equivalente a 0,0095% do PIB (base em 31/12/2011).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desembolso pelos Fundos Setoriais: R\$ 806 milhões, de 1999 a 2012, média US\$ 33 milhões dólar/ano.</li> <li>•Equivalentes a 0,0013% do PIB (base em 31/12/2011).</li> </ul>

Fonte: Santos (2015, p. 24)

A participação do Estado nesse cenário tem especial relevância, pois das inovações em produtos ou processos pode-se criar um modelo de soberania nacional que enfatiza a independência tecnológica de um país, aumentando sua vantagem estratégica em um ambiente global altamente competitivo (SZCZEPANSK, 2015). O mesmo autor reforça, ainda, que o setor energético e suas relações com o mercado e governo tiveram importante papel para o incentivo às políticas de P&D.

Tipicamente, as políticas públicas de apoio à inovação envolvem instrumentos fiscais e financeiros e o acesso privilegiado ao conhecimento gerado por universidades e centros de pesquisa por meio de projetos de pesquisa cooperativa. Este é, em linhas gerais, o panorama das políticas de CT&I adotadas no Brasil desde a década de 1990. (POMPERMAYER et al., 2011, p.16).

Sintética contextualização da evolução histórica do financiamento público é apresentada por Carvalho (2013), que salienta os seguintes pontos:

- i) Da República Velha até 1930 – monopólio estrangeiro e outorga de exploração iminentemente federal;
- ii) De 1930 a 1962 – redefinição do papel do Estado e mais intervenção no setor para garantir a efetividade produtiva;
- iii) De 1962 a 1990 – de início, com ênfase na estatização da economia, migrou ao longo dos anos para um modelo intervencionista que garantisse a geração energética;
- iv) 1990 a 2000 – privatização do setor. Menos intervenção do Estado e maior participação estrangeira, em especial, no tocante a aspectos de infraestrutura produtiva, da exploração ao fornecimento;
- v) 2000 aos dias atuais – Estado mais intervencionista, busca de segurança e eficiência energética, como também alternativas para o crescimento social.

Uma das premissas do governo brasileiro via Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações é fomentar a prática de pesquisa junto às universidades e institutos científico-tecnológicos públicos, tornando os pesquisadores aptos a mitigar as diferenças sociais pelo uso intensivo da pesquisa com viés inovador.

Avaliar esse impacto ainda é complexo, visto que ao progresso tecnológico se associa a valorização econômico-financeira. A ingerência governamental mediante o investimento estatal é essencial para muitos atores neste mercado, a fim de incrementar melhorias para o segmento (BLIND, 2012).

O contexto das mudanças institucionais na indústria de energia elétrica não se restringe apenas ao Brasil. Em todo o mundo elas foram realizadas visando a aumentar a eficiência do setor elétrico, dando-se destaque à redução de custos, sobretudo pela introdução da competição, o que, em muitos casos, implica mudanças no papel do Estado. Na verdade, passou-se a realçar mais a intervenção estatal em termos regulatórios, tida como crucial para o funcionamento da indústria de energia elétrica (PINTO e OLIVEIRA, 2014, p. 314).

Para regulamentar as políticas de inovação e apresentar de forma clara os interesses nacionais quanto ao estímulo à inovação, Castro (2015) apresenta o marco legal que configura o Sistema Nacional de Inovação no Brasil, segundo a

autora, complexo, por conta exclusiva da quantidade de leis e decretos. Essa configuração se apresenta no Quadro 14.

#### Quadro 14 –Marco Legal da Inovação no Brasil

1. Lei nº 1.310, de 15/1/1951. Cria o CNPq, então chamado Conselho Nacional de Pesquisa, e dispõe sobre sua principal atribuição de coordenar e estimular a pesquisa científica no país.
2. Decreto nº 29.741, de 11/7/1951. Cria a Capes, cuja sigla originalmente significava Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, com o objetivo de “assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país” (Decreto nº 29.741/1951, Artigo 2º, letra a).
3. Decreto nº 61.056, de 24/7/1967. Cria a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).
4. Decreto nº 1.808, de 7/2/1996. Aprova o Estatuto da Finep.
5. Decreto nº 91.146, de 15/3/1985. Cria o Ministério de Ciência e Tecnologia.
6. Lei nº 9.257, de 9/1/1996. Cria o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT) como órgão assessor da Presidência da República.
7. Decreto nº 4.728, de 9/6/2003. Aprova o Estatuto e o quadro demonstrativo dos cargos do CNPq.
8. Lei nº 10.973, de 2/12/2004. Lei da Inovação.
9. Lei nº 11.080, de 30/12/2004. Cria o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), órgão colegiado, regulamentado pelo Decreto nº 5.353, de 24/1/2005. Tem como atribuição propor ao presidente da República políticas nacionais e medidas específicas destinadas a promover o desenvolvimento industrial do país.
10. Lei nº 11.196, de 21/11/2005. Lei do Bem. Estabelece incentivos fiscais à investigação tecnológica e à inovação.
11. Decreto nº 5.563, de 11/10/2005. Regulamenta a Lei de Incentivos Fiscais à Inovação (Lei nº 10.973/2004).
12. Decreto nº 7.540, de 2/11/2011. Cria o Plano Brasil Maior. Regulamenta o novo CNDI, responsável pela gestão e execução do PBM.

Fonte: Castro (2015)

A aprovação a Lei nº 13.243 de 2016, que dispõe sobre incentivos ao desenvolvimento científico, pesquisa, capacitação científica e tecnológica e à inovação, alterou a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, “que representa o marco legal da inovação no Brasil” (RAUEN, 2016).

A Emenda Constitucional nº 85, de 2015: a AGU - Advocacia Geral da União – solicitou alterações na Lei para que pudesse cobrir de forma mais ampla aspectos inerentes à participação do Estado nesse processo.

Algumas dessas alterações e seus respectivos artigos estão destacados e apresentados no Quadro 15.

Quadro 15 – Emenda Constitucional nº 85, de 2015

ANTES	ATUALMENTE
Art. 23. É de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (...) V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência;	Art. 23. É de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (...) V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação;
Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas. § 1º A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.	Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação. § 1º A pesquisa científica básica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação.
Art. 219. [...]. Não havia parágrafo único.	Art. 219. (...) Parágrafo único. O Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas, bem como nos demais entes, públicos ou privados, a constituição e a manutenção de parques e polos tecnológicos e de demais ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia.
Não havia Art. 219-B.	Art. 219-B. O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) será organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos, quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação. § 1º Lei federal disporá sobre as normas gerais do SNCTI. § 2º Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios legislarão concorrentemente sobre suas peculiaridades.

Fonte: Adaptado da Advocacia Geral da União (2016)

A preocupação pertinente ao estímulo à inovação, com a criação de leis que as ampare, está intimamente ligada ao incremento da competitividade do país. Zittei et al. (2016) constatam que

Os amplos debates acerca do papel do conhecimento e inovação na aceleração do desenvolvimento social do país colocou a produção de conhecimento e inovação tecnológica no centro da política para o desenvolvimento como fonte de crescimento da produtividade, do trabalho e das riquezas do Brasil (ZITTEI et al., 2016, p.29).

A participação governamental, segundo os atores inseridos no setor, é essencial para torná-los aptos a participar das melhorias para o segmento (BLIND, 2012), por meio de ações estruturantes em P&DT no setor energético brasileiro.

O diálogo permanente entre as agências reguladoras, os governos estaduais por meio das suas fundações de pesquisa e o governo federal, via políticas tecnológicas, serve para concatenar uma teia de conhecimento que abarca também

a academia e as empresas – atores relevantes para a efetivação do processo inovador, como demonstrado na Figura 10:

Figura 10 – Articulação entre os atores de CT&I em nível institucional



Fonte: Brasil (g), 2016

É importante frisar, pela criação do SNCTI e exposto na Figura 10, a separação existente entre a regulação e promoção da produção energética, vinculados ao Ministério de Minas e Energia (MME), da estrutura para pesquisa, a cargo do MCTIC (SANTOS, 2015).

A estrutura de gestão do apoio à P&D em energias renováveis, no âmbito do governo federal, tem forte concentração na Casa Civil e em Conselhos Ministeriais, na ausência de políticas sólidas. [...] Além da Casa Civil e do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), cinco ministérios atuam na definição dos rumos da P&D em energias renováveis no Brasil: MCTIC, MME, Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Ministério do Meio Ambiente (SANTOS, 2015, p. 22).

A função governamental, através da Câmara dos Deputados, possui a Câmara Permanente de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática, cuja função principal é votar as leis para o setor. O Senado Federal possui comissão análoga ao tema, a Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática, com intuito principal de opinar acerca de matérias relacionadas ao tema inovação e cujas principais funções estão explicitadas no Quadro 16:

## Quadro 16 – Atribuições da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática

- I.Desenvolvimento científico, tecnológico e inovação tecnológica;
- II.Política nacional de ciência, tecnologia, inovação, comunicação e informática;
- III.Organização institucional do setor;
- IV.Acordos de cooperação e inovação com outros países e organismos internacionais na área;
- V.Propriedade intelectual;
- VI.Criações científicas e tecnológicas, informática, atividades nucleares de qualquer natureza, transporte e utilização de materiais radioativos, apoio e estímulo à pesquisa e criação de tecnologia;
- VII.Comunicação, imprensa, radiodifusão, televisão, outorga e renovação de concessão, permissão e autorização para serviços de radiodifusão sonora e de sons e imagens;
- VIII.Regulamentação, controle e questões éticas referentes à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico, à inovação tecnológica, à comunicação e informática;
- IX.Outros assuntos correlatos.

Fonte: Brasil (g) (2016, p.20)

Dada a necessidade de se tornar o Brasil uma nação competitiva em termos de inovação, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações criou o *Livro Azul da Ciência e Tecnologia* – que traz em seu cerne a necessidade de superação das limitações da política de ciência, tecnologia e inovação no país, e que estas possam se tornar uma política de Estado; e o documento oficial intitulado “Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia”, cuja premissa estruturante consiste em direcionar ações que tenham impacto para o desenvolvimento do país, valorizando, em especial, conhecimento e inovação.

### 2.3 Pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor de energia

O Manual Frascati (OCDE, 2002, p.30) apresenta a definição de pesquisa e desenvolvimento como sendo a compreensão de trabalhos criativos realizados de forma sistemática com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimento sob a ótica geral – do homem, cultura e sociedade – com o intuito de aproveitar esse conhecimento para elaborar aplicações de uso geral.

De forma análoga a preconizada pelo Manual Frascati (OCDE, 2002), a importância das inovações associadas à pesquisa deverá garantir o incremento na área de pesquisa energética do uso de novas tecnologias, como cita Da Costa e Rodrigues (2013, p. 106), quer seja na busca por novos processos, equipamentos



mais eficientes e na “racionalização da produção, na redução dos desperdícios, conservação de energia, [no] uso racional dos recursos e da matéria-prima”. Todos esses processos visam a um maior nível de geração energética, cujo intuito é incrementar a auto geração e a cogeração.

Da Estratégia Nacional para a CT&I (2016) extraiu-se os principais desafios relacionados à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico no setor de energia, apresentado no Quadro 17:

Quadro 17 – Estratégias para o setor de energia

<b>Estratégia</b>	<b>Objetivos</b>
Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Energias Renováveis e Biocombustíveis	Promover o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico em fontes renováveis de geração de energia elétrica
Plano Setorial em Ciência, Tecnologia e Inovação em Petróleo e Gás e Carvão Mineral	Promover o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico na exploração e produção de petróleo, gás e carvão mineral
Fomento à pesquisa	Criação, ampliação e fortalecimento de redes de PD&I e fomento a parcerias público-privadas nas temáticas de energia, biocombustíveis e petróleo e gás
Apoio às ações de PD&I	Buscar incrementar setores estratégicos, como fontes renováveis para geração de energia elétrica, na produção e uso de biocombustíveis, e na produção de petróleo e gás em águas profundas

Fonte: Brasil (2016)

A atividade de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico encontra-se arraigada em todos os processos que se coadunam com as perspectivas de desenvolvimento e inovação no setor energético brasileiro, passando pelas etapas de fornecimento de energia, da prospecção e geração e transmissão, da distribuição ao consumo, que perpassa também a descoberta e incremento produtivo no setor, como salientam Carvalho et al. (2015), assertiva essa que encontra respaldo no proposto pelo estudo do IPEA (2011):

Situações em que o protagonismo na pesquisa não se vincula ao potencial de produção de energia, mas em negócios indiretos no setor podem ser exemplificadas pelas empresas japonesas. Dados de Bettencourt, Trancik e Kaur (2013) sugerem que o foco buscado por elas situa-se na conquista de mercados de equipamentos e insumos. Já o Brasil e os países ricos em recursos energéticos se concentram na geração de energia, agindo de forma distinta, por exemplo, de Estados Unidos e Alemanha, que atuam nas duas frentes (IPEA, 2011, p.10)

A representação dos atores pertencentes a um sistema nacional/setorial de inovação foi apresentada no capítulo 2, em que cabe destacar a interatividade existente entre todas as instituições envolvidas no processo inovador, cujas características próprias compõem a cadeia estratégica de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

A crescente demanda energética traz como ponto central a necessidade premente de se desenvolver tecnologias que norteiem toda a cadeia estratégica do setor energético (ENCTI, 2016), sendo relevante para a efetividade das ações em torno da tecnologia a associação existente entre pesquisa e desenvolvimento, tema recorrente nos últimos 15 anos na agenda de políticas públicas brasileiras para o setor (IPEA, 2011).

Um modelo estratégico que retrata a importância da pesquisa e desenvolvimento para o setor de energia e que traz em seu contexto a participação estatal é o programa Proálcool, desenvolvido pelo Governo Federal na década de 1970, especificamente após a crise internacional de petróleo em 1973, “destacadamente o maior esforço de substituição de combustível fóssil por biocombustível renovável” (NITSCH, 1991, p.123), com o advento para uso massificado do carro movido a álcool, produziu-se um mercado que colocou o Brasil, à época, em posição de vanguarda no uso do combustível alternativo. O mercado externo de produtos derivados da cana, com preços elevados em dólar, associado às novas perspectivas de exploração de combustíveis fósseis, minaram o projeto ao longo dos anos.

Apesar do sucesso técnico do Proálcool, ocorreram muitas críticas à sua implantação. Tais críticas baseavam-se no fato de que as áreas de cultivo de cana-de-açúcar aumentaram muito, enquanto as de cultivo de alimentos se mantiveram inalteradas. Além disso, a sazonalidade, na época, foi também um grande contribuinte negativo a continuidade do projeto (ANDRADE et al, 2009, p.133).

Para Pfitzner et al. (2014, p. 465), “estratégias competitivas e tecnológicas são influenciadas pelo contexto regulatório-institucional, socioeconômico e ambiental”. Esse conceito reforça a importância de projetos consistentes em P&DT, cuja cadeia proposta pelos autores está representada pela Figura 11:

Figura 11 – Cadeia estratégica de P&amp;DT



Fonte: Pfitzner et al. (2014)

Na cadeia estratégica demonstrada a partir da Figura 11, percebe-se a influência dos aspectos institucionais socioeconômicos e ambientais que impactam as estratégias de competição e tecnologia, influenciando-os e sendo influenciados por elas, que se consolidam na rede de desenvolvimento tecnológico com base nas instituições de pesquisa e desenvolvimento e nas empresas com forte viés tecnológico. Esse movimento é relevante para o incremento das políticas voltadas para a área ao influenciar novas estratégias nacionais, fazendo Pfitzner et al. (2014) especial distinção para essa observação, pela capacidade da influência estratégica das empresas envolvidas no sistema de inovação, na busca por novas oportunidades em P&DT, constituindo o desenvolvimento desse sistema.

É pertinente, sob essa ótica, a interação entre os agentes, visto que a participação de cada um na construção de suas redes de cooperação e participação em projetos, contribui para a difusão do conhecimento e da transferência tecnológica, perfazendo a essência competitiva preconizada para o setor energético nacional. Agências de fomento, instituições de pesquisa públicas e privadas, as demandas mercadológicas e a formação de recursos humanos capacitados, perfazem a estrutura interativa que alicerça as inovações e as pesquisas para o setor.

Raras são as organizações que conseguem inovar isoladamente porque, em geral, o processo de inovação não depende única e exclusivamente de competências internas, mas, em grande parte, do uso complementar da diversidade de competências, geralmente externas às organizações. Estas competências são desenvolvidas e acumuladas a partir de interações econômicas e sociais com diversos atores externos, culminando em geração/criação de conhecimento novo (BRASIL, 2015, p.14).

Aschhoff (2009) reforça esse pensamento ao salientar que os investimentos em P&DT são importantes para o potencial inovador do país, pois aumenta a

competitividade nacional em níveis globais e induz à uma economia baseada no conhecimento. Ainda, o autor preocupação quanto ao pouco investimento realizado em economias cujo mercado seja imperfeito, fruto do hiato de informações entre os atores da cadeia tecnológica que desestimule a empresa – e governos - a investir.

O desafio para o governo é selecionar os projetos que as empresas não teriam realizado sem apoio. No entanto, se o governo é capaz de identificar esses projetos um efeito de estímulo à inovação é provável (ASCHHOFF, 2009, p.1).

Em “Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação”, consta um importante argumento para o aumento da competitividade de um país:

Iniciativas como o Plano Brasil Maior (PBM), os INCT, o Plano Inova Empresa, o Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec) e a nova Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), além da melhoria no arcabouço legal e institucional para a comercialização e colaboração em PD&I entre academia e indústria corroboram a construção de um sistema inovador (BRASIL, 2016, p. 77).

A assertiva reflete o estímulo à pesquisa em atividades correlacionadas ao setor energético brasileiro, ao amparo do marco legal da inovação, que derivou para a criação de um arcabouço institucional representado pelo governo – delineado anteriormente - e agências de fomento governamentais, fundos setoriais e empresas, que serão apresentados a seguir.

No tocante às agências governamentais, são elas as responsáveis pela alocação dos recursos do SNCTI, por exemplo, para pesquisadores e Institutos de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2016).

O Quadro 18 apresenta os tipos de instrumentos utilizados para o fomento à pesquisa e suas características.

Quadro 18 – Instrumentos de apoio à pesquisa

<b>Instrumentos</b>	<b>Características</b>
Concessão de Bolsas	Principal forma de apoio direto aos pesquisadores.
Concessão de Auxílios à Pesquisa e à Infraestrutura	Ocorrem por meio de suportes financeiros que cumprem finalidades específicas de pesquisa.
Subvenção Econômica	Permite a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas, públicas ou privadas, que desenvolvam projetos de inovação estratégicos para o país
Empréstimos	São financiamentos reembolsáveis que têm por objetivo apoiar Planos

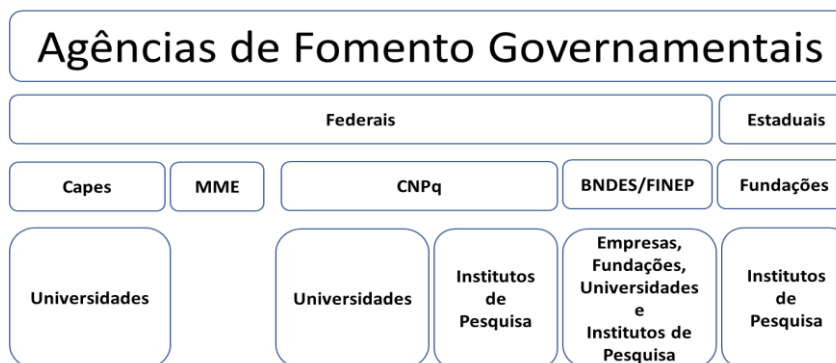
	de Investimentos Estratégicos em Inovação de empresas brasileiras
Renda Variável	Visa à capitalização e ao desenvolvimento de empresas que têm a inovação como parte central das suas estratégias de crescimento
Compra do Estado com Margem de Preferência Local	Visa a estimular o desenvolvimento tecnológico ao assegurar a compra de bens e serviços nacionais a preços maiores do que os ofertados pelos produtos importados.
Encomenda Tecnológica	É um mecanismo que faculta à administração pública a contratação de empresa para a realização de atividades de P&D que envolvam risco tecnológico, solução de problema técnico específico ou obtenção de produto ou processo inovador.
Incentivos Fiscais	Buscam induzir os investimentos empresarias em inovação mediante mecanismos diversos, tais como: deduções, amortizações, depreciações ou crédito fiscal. Os principais mecanismos de incentivo fiscal vigentes no país são: a Lei de Informática, a Lei do Bem e o Inovar-Auto.
Bônus Tecnológico	Subvenção a microempresas, empresas de pequeno e médio portes destinadas ao pagamento de compartilhamento e uso de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos, de contratação de serviços tecnológicos especializados ou transferência de tecnologia.
Títulos Financeiros	São títulos com previsão de cláusulas de investimento em PD&I em concessões públicas e em regimes especiais de incentivos econômicos.
Cláusula de PD&I de Agências Reguladoras	Instrumento definido a partir da previsão de cláusulas de investimento em PD&I em concessões públicas e em regimes especiais de incentivos econômicos, geridos por agências reguladoras, como a ANEEL, a ANP, e Anatel.

Fonte: Brasil (2016, p. 26-30)

Os instrumentos de incentivo à pesquisa são disponibilizados de acordo com o planejamento do setor e dentro do viés estratégico e competitivo que o estímulo à pesquisa pode trazer para o país, podendo ser, inclusive, criada nova forma de incentivo, desde que atenda ao interesse nacional.

A representação da estrutura prevista para as agências governamentais, a partir do relatório do CGEE, está apresentada pela Figura 12:

Figura 12 – Coleta e Distribuição de Recursos pelas Agências Reguladoras



Fonte: CGEE (2015, p. 59)

As Agências de fomento são componentes recentes do SNCTI, cuja atuação contribui para o fortalecimento das políticas do setor, com importante participação para o incremento do processo inovador, que se destacam, entre outros, como o apresentado no Quadro 19.

**Quadro 19 – Participação das Agências Reguladoras no processo inovador:**

- Dimensão coletiva e interativa da inovação, com um número crescente de atores;
- Reconhecimento da importância das inovações de natureza organizacional, que têm por finalidade modernizar ou tornar mais eficientes os processos de produção de bens e serviços ou introduzir novos sistemas de gestão;
- Importância das universidades e das IPPs como produtoras de conhecimento;
- Diversificação dos instrumentos de incentivo à inovação em função dos setores de atividades.

Fonte: CGEE (2010, p. 166)

As agências têm papel fundamental no processo inovador, seja pela alocação dos recursos públicos por meio dos instrumentos legais para a atividade, seja pela concretização das determinações dadas em nível político para a execução dos programas e projetos operacionalizados pela SNTCI (ENCTI, 2016).

Santos (2015) apresentou uma abordagem comparativa entre agências dos Estados Unidos, Alemanha e Brasil, explicitada no Quadro 20:

**Quadro 20 – Agências internacionais de fomento de energia**

Características	Estados Unidos	Alemanha	Brasil
Agências e programas de apoio e financiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diversas, construídas conforme temas ou grandes programas.</li> <li>•Ações centradas no DOE (produção e P&amp;D).</li> <li>•Intensa P&amp;D nas universidades e estados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diversas, com atribuições por tema e programas e setor produtivo.</li> <li>•Destaque para o ministério da educação, C&amp;T (BMB), institutos e agência central de apoio à P&amp;D (DFG).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Duas grandes agências, a Finep e o CNPq, BNDES no Funtec.</li> <li>•P&amp;D ancorada no MCTIC e no Ministério da Educação.</li> <li>•Programas negociados comitês, agentes, governo.</li> </ul>

Fonte: Santos (2015, p. 24)

Em nível estratégico, de acordo com o relatório ENCTI, em suas páginas 21 e 22, quatro agências de fomento se sobressaem. Além disso, os processos inovadores que são objetos de financiamento também são destacados e apresentados no Quadro 21:

Quadro 21 – Agência de fomento e projetos financiados

Agência	Características	Projetos financiados
CNPq	Fomentar a pesquisa científica e tecnológica; incentivar a formação de pesquisadores brasileiros; fomentar o desenvolvimento tecnológico e a inovação por meio de parcerias com órgãos de governo e do setor produtivo.	Apoio a projetos de pesquisa; cursos de pós-graduação no país; produtividade em P&DT.
Capes	Exerce papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação <i>stricto sensu</i> , responsável pela maior parte da pesquisa brasileira.	Cooperação internacional; bolsas de estudo.
FINEP	Promove o fomento público à CT&I em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas, em toda a cadeia da inovação.	Elevação de P&D nas empresas; incentivo a projetos de maior risco tecnológico; integração dos instrumentos de financiamento como crédito, subvenção econômica, projetos cooperativos empresa-universidade, para centros de pesquisa e universidades e investimento em participação ( <i>start-ups</i> , <i>venture capital</i> ); intensificação do uso do poder de compra do estado.
BNDES	Atua na promoção da inovação empresarial de modo abrangente na economia nacional.	Inovações potencialmente disruptivas ou incrementais de produto, processo e marketing; atividades de P&D; investimentos em ambientes de inovação e suas estruturas de suporte localizados em parques tecnológicos, incubadoras, aceleradoras, etc. infraestrutura de inovação (laboratórios e centros de P&D), plantas-piloto e plantas demonstração.

Fonte: Brasil (2016); BNDES (2017); Finep (2017); Capes (2017); CNPq (2016)

Em se tratando do setor de energia, as áreas apoiadas pelo CNPq aparecem sob a nomenclatura “engenharia elétrica” e “engenharia de energia”. Os dispêndios totais para essas áreas estão apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 – Dispêndio com bolsas-produtividade no setor de energia

Área / Ano	2012	2013	2014	2015	2016
Engenharia de Energia	602	637	646	682	418
Engenharia Elétrica	6448	6473	6155	5966	4034

Fonte: O autor, a partir dos dados do CNPQ (2016)

Salienta-se pela Tabela 5 a queda dos investimentos nas áreas analisadas, com queda abrupta entre os anos de 2015 e 2016, fruto do processo recessivo gerado pela instabilidade político-institucional no país à época.

O total dispendido para a área de “engenharia de energia” não ultrapassa 10% do total da engenharia elétrica, possível indicativo da política para o setor, que,

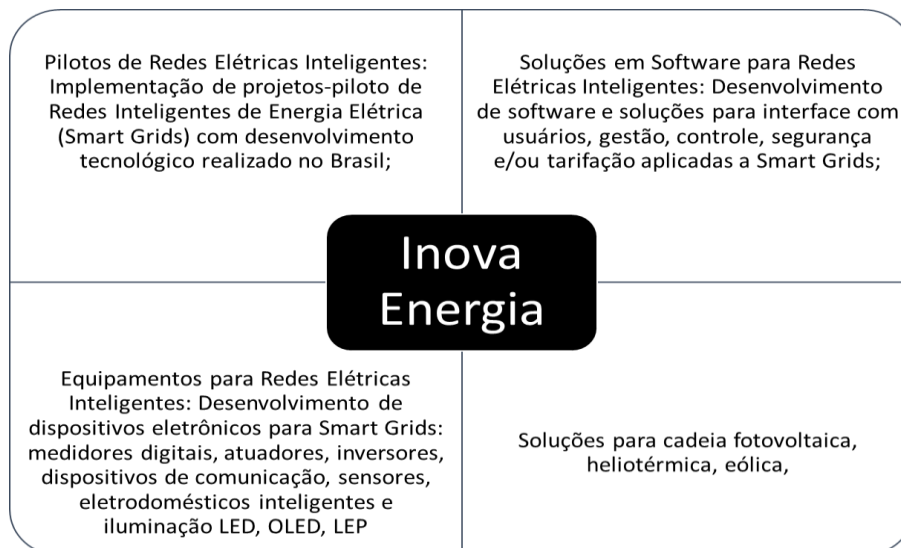
por suas particularidades, pode ter mais visibilidade em projetos que mitiguem a perda elétrica do que, nesse caso em especial, em projetos junto a novas fontes de energia.

Tendo em vista o objeto da presente tese, destaca-se a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, que se apresenta para o setor de energia com dois projetos distintos, sendo um deles o “Inova Energia”, cuja finalidade:

- Apoia o desenvolvimento de redes inteligentes, as *smarts grids*, no sentido de difundir novos padrões tecnológicos para as redes elétricas no Brasil;
- Apoia o desenvolvimento da cadeia produtiva nas áreas solar, fotovoltaica e eólica, criando, assim, alternativas energéticas.

As linhas temáticas do projeto estão propostas na Figura 13:

Figura 13 – Linhas temáticas FINEP:



Fonte: FINEP (2016)

Como aponta a Figura 13, a preocupação premente do projeto “Inova Energia” faz menção ao processo de suprimento da cadeia energética, com pequeno espaço para a busca de soluções alternativas de energia, representadas pela pesquisa em energia solar, heliotérmica e eólica, que, apesar dos esforços de investimento, carecem de mais solidificação quanto à sua implantação, premissa essa indicada por De Paula (2015), ao afirmar que



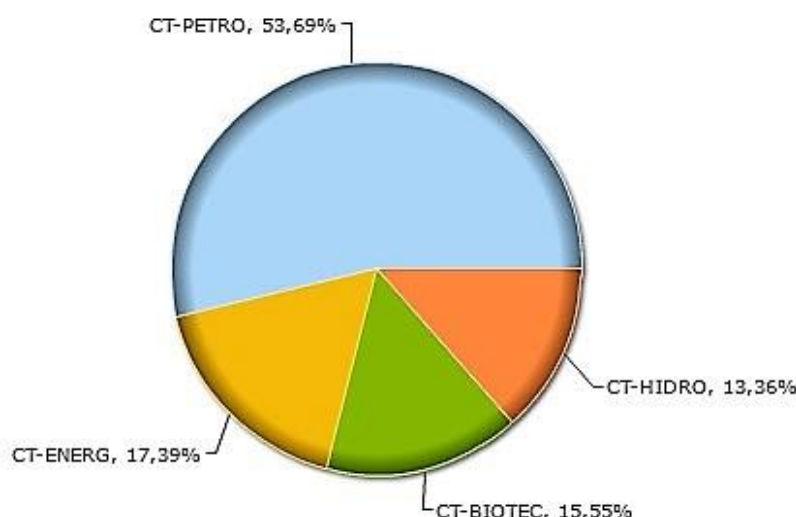
O Brasil investiu em 13 anos (de 1999 a 2012) apenas R\$ 806 milhões em energias renováveis, o equivalente a 0,0013% do PIB, enquanto os Estados Unidos investiram US\$ 1,78 bilhão apenas em 2012 (0,0118% do PIB) e a Alemanha € 265 milhões (cerca de R\$ 715 milhões), 0,0095% do PIB, também no mesmo ano. (DE PAULA, 2015, p. 42).

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico – FNDTC - financia projetos em setores estratégicos da atividade econômica, destacando-se aqueles que tem aderência com a presente tese, a saber:

- CT – Petro: visa ao estímulo da cadeia produtiva no setor de óleo e gás;
- CT – Energia: financiamentos de projetos no segmento de energia, em especial aqueles que garantam a eficiência energética.

A Figura 14 descreve o perfil dos projetos contratados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT.

Figura 14 – Fundos Setoriais

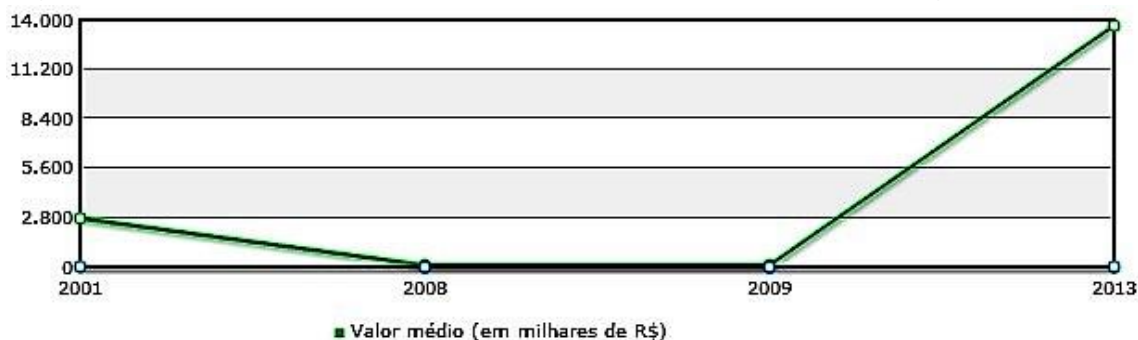


Fonte: FNDCT (2016)

A Figura 14 apresenta maior dispêndio em pesquisas no setor de óleo e gás, com o advento do pré-sal, que demandou novas formas de prospecção. O setor de energia, conforme dados da FINEP, consolida-se como uma nova perspectiva de geração e renovação da matriz energética brasileira, em particular em projetos que mitiguem o desperdício e prospecte novas fontes renováveis de baixo custo.

A percepção da necessidade de pesquisa no setor de energia que fomente novas formas e processos produtivos é referendada pelo aumento dos investimentos no setor, apresentado pela Figura 15:

Figura 15 - Valor médio de financiamento para o fundo CT - Energia



Fonte: FNDCT (2016)

Como demonstra a Figura 15, houve um crescimento expressivo entre os anos de 2009 e 2013, após um período de declínio a partir de 2001, que culminou com forte estagnação entre 2008 e 2009, justificada, em parte, pela crise econômica mundial em 2008 e pela crise energética entre os anos 2000/2002, suportado por políticas públicas estéreis para o setor.

O ranking expresso pelo relatório *Global Trends in Sustainable Energy Investment* (2016) reforça a posição de destaque do Brasil no que tange aos investimentos anuais em energia renovável, fruto da intensificação da pesquisa no segmento energético, cuja representação do total de investimento em energia renovável, é demonstrado no Quadro 22:

Quadro 22 – *Ranking* de investimento anual em energia renovável

Colocação / Fonte energética	1º	2º	3º	4º
Hidráulica	China	Brasil	Turquia	Índia
Eólica	China	EUA	Alemanha	Brasil
Solar	China	Turquia	Brasil	Índia
Biodiesel	EUA	Brasil	Alemanha	Argentina
Etanol	EUA	Brasil	China	Canadá

Fonte: Global Trends in Sustainable Energy Investment (2016)

O Relatório aponta que, dentro das energias renováveis, o Brasil está entre os primeiros em capacidade de geração energética através de fontes renováveis, seguido pela China e Estados Unidos, primeiro e segundo colocados, respectivamente. Essa perspectiva reforça o exposto no Quadro 13 do total de investimentos do país – (0,0013% do PIB) – em explorar as riquezas naturais que o país tem em relativa quantidade, como cana-de-açúcar e o biodiesel. Cabe ressaltar que os investimentos em energia eólica e solar, ainda de alto custo são indicativos

da prevalência para exploração de energias renováveis nas quais o país domina a tecnologia produtiva e extrativa.

Tendo por base o Quadro 23, os projetos apoiados pelo BNDES situam-se nos programas de inovação por meio do financiamento público para linhas específicas de projeto de interesse nacional, priorizando o desenvolvimento regional e nacional, com ênfase no incremento da competitividade.

O Quadro 23 apresenta os tipos de financiamento do BNDES:

Quadro 23 – BNDES: Financiamento a projetos inovadores

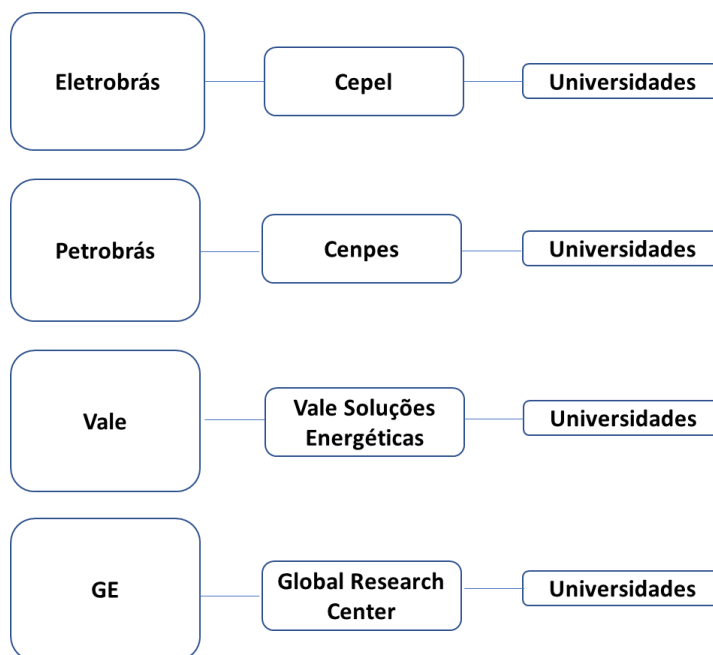
Título do Projeto	Valor	Características
BNDES MPME Inovadora	Até R\$ 20 milhões	Projetos de investimentos inovadores que sejam: voltados ao desenvolvimento de novos produtos/processos e sua introdução no mercado; relativos à implantação/modernização das instalações das MPMEs; realizados por empresas que estejam ou tenham sido incubadas.
BNDES Soluções Tecnológicas	Financiamento direto com agente financeiro para aquisição de solução tecnológica.	As soluções que podem ser financiadas pelo BNDES Soluções Tecnológicas são oferecidas por universidades, empresas de base tecnológica e outras instituições fornecedoras de tecnologia/ <i>know-how</i> . A tecnologia ou <i>know-how</i> a ser fornecida deve estar disponível para aplicação imediata, ou seja, pronta para ser aplicada no mercado e gerar a solução tecnológica a que se propõe.
BNDES Finem - Inovação	A partir de R\$ 1 milhão	Inovações potencialmente disruptivas ou incrementais de produto, processo e marketing; atividades de P&D; infraestrutura de inovação (laboratórios e centros de P&D)

Fonte: BNDES (2016)

A atuação do BNDES está concatenada na promoção da inovação industrial, com forte apoio às universidades e parques tecnológicos, incrementando os programas de incentivo às políticas públicas previstas para o fortalecimento do país no cenário internacional, via inovação e geração de conhecimento aplicado.

A Figura 16 apresenta a configuração do parque tecnológico da UFRJ, objeto de pesquisa da presente tese, onde se destaca a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, que abarca o contexto de atuação do BNDES no tocante a parcela do financiamento público, em especial, infraestrutura laboratorial.

Figura 16 – P&amp;DT no Parque Tecnológico UFRJ e interações



Fonte: O autor

Consta no Relatório ENCTI (2016) que a perspectiva de futuro para o segmento de pesquisa no Brasil, sustentada por empresas de base tecnológica, colocará o país na vanguarda global quando se imagina estar próximo da instalação da milésima empresa instalada dentro dos 30 parques tecnológicos brasileiros.

A implantação dos parques tecnológicos colabora para a dinâmica geográfica do país ao desenvolver a economia regional e nacional, agrega competência, aprimora os recursos humanos de qualidade e gera competitividade, fruto da sinergia existente entre os parques, universidades e empresas, que criam um futuro de oportunidades em pesquisa sem precedentes no Brasil (STEINER; CASSIM; ROBAZZI, 2008).

Gaino e Pamplona (2014) nutrem igual pensamento acerca da importância para o desenvolvimento dos parques tecnológicos. Salientam os autores que

De um novo cenário regional para o crescimento brasileiro, com o surgimento de novas áreas industriais e eixos de desenvolvimento, que redesenham a configuração territorial da atividade econômica. Nessa nova rodada do jogo do desenvolvimento, é sobretudo a agilidade e a eficácia em reciclar-se e reposicionar-se nos circuitos do mercado, interno ou externo, que determinam a perspectiva de sucesso ou fracasso dos capitais e, por extensão, das economias regionais (Gaino; Pamplona, 2014, p.180)

Gaino e Pamplona (2014) listam as perspectivas que os atores componentes dos parques tecnológicos têm a partir da associação que fazem entre si, dentro de um parque tecnológico, exposto pela Figura 17:

Figura 17 – Perspectivas estratégicas dos atores nos parques tecnológicos

Universidades Institutos de Pesquisa	Empresas	Governo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercialização dos resultados de pesquisa;</li> <li>• Retorno financeiro pela transferência de tecnologia para as empresas;</li> <li>• Ampliação de mercado de trabalho;</li> <li>• Aumento do vínculo entre professores e estudantes em atividades de P&amp;D;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior produtividade a partir de projetos de cunho tecnológico;</li> <li>• Associação da imagem institucional a grandes centros de pesquisa</li> <li>• Vantagem competitiva por se tratar de pesquisa de interesse da empresa e do país.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da empregabilidade;</li> <li>• Estímulo a constituição de empresa de base tecnológica;</li> <li>• Comercialização dos produtos obtidos fruto do financiamento público.</li> </ul>

Fonte: Gaino; Pamplona, 2014

Sob a perspectiva desses atores, os parques tecnológicos oferecem possibilidade de aprimoramento da capacidade produtiva, contribuindo também para as mudanças estruturais nas redes de inovação, por vias de um ambiente econômico-tecnológico mais desenvolvido (GAINO; PAMPLONA, 2014).

Levantamento realizado a partir dos dados da *International Association of Science Parks and Areas of Innovation* – IASP – encontra-se exposto na Figura 18:

Figura 18 – Parques tecnológicos (PT) no Mundo



Fonte: Adaptado de IASP (2016)

A partir da Figura 18, percebe-se a inserção do Brasil no cenário de pesquisa via parques tecnológicos, com 19 parques. No tocante a disparidade do número de parques informados pelos relatórios IASP, ENCTI e ANPROTEC, a discrepância se dá pela metodologia de avaliação. A ANPROTEC avalia os parques dentro de subsistemas definidos como “em operação”, “em implantação” e “em projeto”. O IASP e o documento elaborado dentro ENCTI não informam a metodologia utilizada para classificação dos parques.

O Chile, com zero de representação, lançou a pedra fundamental para seu primeiro parque científico em 2015. A Argentina não apresenta, pelos dados da IASP, parque tecnológico. Contudo, a *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires* possui um parque próprio, denominado Parque Científico Tecnológico.

Pela Figura 18, também se pode apontar que, dos dez países sul-americanos – incluindo a Bolívia -, sete, segundo dados do IASP, possuem um parque tecnológico. Do total dos países, excluiu-se o Suriname e as Guianas.

Com destaque para o setor de energia, a configuração dos parques tecnológicos se apresenta como no Quadro 24:

Quadro 24 – Parques tecnológicos com ênfase em pesquisa energética: orientados pela PDT em energia

País	Total de PT no setor de energia	Setor Pesquisado
Brasil	12	Energia, biotecnologia, meio ambiente, TIC's, robótica, automação e manufatura, engenharia de software, nanotecnologia.
China	12	Biotecnologia, ótica, energia, pesquisa aplicada, eletrônica, automação e manufatura, energias renováveis, serviços industriais.
Colômbia	2	Energia, saúde, TIC's, engenharia de software.
Equador	1	Energia, biotecnologia, meio ambiente,
Estados Unidos	3	Defesa, TIC's, automação e manufatura, engenharia de software, biotecnologia, meio ambiente, energia, ótica.
Venezuela	1	Biotecnologia, meio ambiente, TIC's, engenharia de software.

Fonte: IASP (2016)

Os parques que privilegiam dentro do seu leque de pesquisa, a pesquisa no setor de energia, como membros do IASP (2016) são:

- Feevale Techpark;
- Parque Tecnológico de Itaipu;
- Agência de Desenvolvimento e Inovação de Sorocaba;
- Parque Tecnológico de São José dos Campos;
- Parque Tecnológico de Sorocaba;
- Parque Tecnológico do Rio - UFRJ;
- PcTec Universidade de Brasília;
- Sapiens Parque;
- Parque Científico e Tecnológico da PUC/RS – TecnoPUC;
- Parque Tecnológico de São Leopoldo; e
- Tecnovates.

Os parques tecnológicos estruturados como ecossistemas surgem como elementos potencializadores de transformação do conhecimento científico, que permite seu uso em grande escala produtiva, sendo indutor do desenvolvimento social e econômico (SUAREZ, 2014).

Os números descritos, associados às linhas de pesquisa, reforçam a preocupação em inserir o Brasil num cenário de pesquisa e inovação que consolide o SNCTI como elemento fundamental no processo de desenvolvimento do país.

Oliveira (2011, p. 68) frisa que a particularidade do atual cenário em PD&T para o setor energético se concentra no perfil de empresas que são fornecedoras de equipamentos, em grande parte de capital externo, e que “concentram os esforços tecnológicos nos seus laboratórios de P&D”.

Cabe ao escopo desta discussão, de forma complementar ao Quadro 22, a apresentação das formas de apoio à pesquisa no setor de energia no cenário internacional, destacando-se os Estados Unidos e a Alemanha, a partir do trabalho desenvolvido por Santos (2015) para o IPEA e exposto no Quadro 25:

Quadro 25 - Formas de apoio à pesquisa em energia - cenário internacional

País	Características do mercado de energia local	Formas de apoio
EUA	Forte ligação com uma economia de grande demanda energética e dependência de fontes fósseis. Grande parte dos projetos em energia se liga diretamente a firmas.	Insumos tecnológicos e geração de energia; aumento da produção de energia solar e eólica; implantação dos <i>Energy Frontier Research Centers</i> ; criação do Arpa-E, um fundo de apoio à P&D para temas com aposta em tecnologias de alto impacto; e o <i>Energy Innovation Hubs</i> , que busca promover a reunião e integração de grandes grupos
Alemanha	Tem grande estrutura de suporte à P&D e foco no avanço tecnológico. Característica com fortes vínculos entre a academia, grandes instituições públicas de P&D e a indústria	Centros de pesquisa criados por um programa de desenvolvimento; centros de excelência em universidades com grande visibilidade internacional; <i>clusters</i> de excelência, com apoio à formação de setores estratégicos; e unidades de pesquisa, que são agrupamentos de pesquisadores em temas específicos, considerados prioritários, além do setor de energia.
Brasil	Amplo, diversificado e regulado. Ênfase na participação pública em projetos de fomento para o setor. Possui matriz energética diversificada.	Agências de fomento, agências reguladoras e políticas públicas para o setor.

Fonte: Adaptado de Santos (2015)

Reforçam essa premissa Pinto e Oliveira (2014) ao afirmarem que

O contexto das mudanças institucionais na indústria de energia elétrica não se restringe apenas ao Brasil. Em todo o mundo elas foram realizadas visando a aumentar a eficiência do setor elétrico, dando-se destaque à redução de custos, sobretudo pela introdução da competição, o que, em muitos casos, implica mudanças no papel do Estado. Na verdade, passou-se a realçar mais a intervenção estatal em termos regulatórios, tida como



crucial para o funcionamento da indústria de energia elétrica (PINTO; OLIVEIRA, 2014, p. 314)

O aumento da capacidade tecnológica, bem como o progresso tecnológico, teve como atores empresas com forte direcionamento inovador e a criação de redes de cooperação com empresas de base tecnológica. Esse cenário é propício para a descrição dos papéis de duas das principais agências reguladoras do setor de energia: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e ANP – Agência Nacional do Petróleo

No Brasil, a ANEEL é a agência reguladora do setor elétrico, distribuindo, os valores ao longo da cadeia de investimentos do setor, seja para o subsídio de novas pesquisas ou prestação de serviços, ao amparo da Lei nº 9991/2000 que determinou às empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas a atuar no serviço público de energia elétrica, que realizassem investimentos na atividade de pesquisa, como descrito no artigo primeiro da referida lei.

Esses programas, de acordo com o previsto em Lei Federal, contemplam:

- a) programas de universalização do serviço público de energia elétrica;
- b) financiamento de projetos socioambientais;
- c) projetos de eficiência e pesquisa energética.

Com sua constituição e atribuições definidas a partir do Decreto nº 2.235/97, a ANEEL buscou estimular as atividades de P&D no setor elétrico que, em conjunto com a Lei nº 9.911, traz a regulamentação para a aplicação dos seguintes percentuais para recursos, por parte das empresas concessionárias, para o desenvolvimento de pesquisa no setor (OLIVEIRA, 2011), seguindo o disposto no Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (2012):

- 40% (quarenta por cento) dos recursos devem ser recolhidos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT;
- 40% (quarenta por cento) dos recursos devem ser destinados à execução de projetos de P&D regulados pela ANEEL e previstos em seus editais;
- 20% (vinte por cento) dos recursos devem ser recolhidos ao Ministério de Minas e Energia – MME;

- Desse total, 30% desses investimentos devem ser direcionados para projetos desenvolvidos por instituições de pesquisa sediadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste.

A Figura 19 apresenta a configuração do Fundo Setorial de Energia Elétrica.

Figura 19 – Fundo Setorial



Fonte: Brasil (2015, p.59)

O objetivo do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para o setor, segundo dados do sítio eletrônico da agência, é:

Alocar adequadamente recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia. Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro, criando novos equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país (BRASIL, 2017, p. 1).

Levantamento realizado e apresentado pelo Quadro 26 aponta as principais temáticas para pesquisa e desenvolvimento no setor de energia, cuja demanda foi identificada pela ANEEL:

Quadro 26 - Áreas Temáticas em P&amp;D

Nome do Programa	Objetivo
Modelo de Otimização do Despacho Hidrotérmico	Atender ao mercado de energia elétrica com menor custo possível e garantindo a oferta futura de recursos energéticos.
Metodologia para Alocação dos Custos do Sistema de Transmissão	Aperfeiçoamento/desenvolvimento de metodologias para alocação dos custos do sistema de transmissão
Aplicações de Novas Tecnologias em Sistemas de Transmissão	Desenvolvimento de equipamentos utilizando-se de tecnologias inovadoras para aplicação em sistemas de transmissão de energia elétrica, para fins de aumento da capacidade de transporte, confiabilidade e/ou eficiência dos sistemas de transmissão.
Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente	Realização de estudos e pesquisas para elaboração de uma proposta para um Plano Nacional de migração tecnológica do setor elétrico brasileiro.
Sistema de Monitoramento da Qualidade da Energia Elétrica	Monitoramento da qualidade da energia elétrica por meio de medições com confiabilidade e representatividade para a apuração dos indicadores de continuidade das redes de distribuição.
Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica	Fomentar o desenvolvimento de tecnologia nacional na área de energia eólica, reduzindo a dependência tecnológica do país e estimulando a produção de tecnologias inovadoras, de alto valor agregado e adaptadas à realidade brasileira.
Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás	Proposição de arranjos técnicos e comerciais para projetos de geração de energia elétrica a partir do biogás de resíduos/efluentes líquidos, de forma integrada e sustentável, buscando criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica e infraestrutura técnica e tecnológica para inserção da geração utilizando biogás na matriz energética nacional.

Fonte: Brasil (a); Brasil (c) (2015)

A ANEEL também atua sobre programas setoriais, tendo destaque, por objeto do presente trabalho, o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas, criado pela Lei nº 10.438/2002, cujo objetivo é “aumentar a participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos a biomassa) na produção de energia elétrica”. Para tal, este programa busca favorecer empreendedores sem vínculos com as empresas componentes da cadeia de suprimento energético.

A Tabela 6 apresenta indicadores de investimento em P&D ANEEL para o Biênio 2015 – 2016.

Tabela 6 – Investimentos em P&amp;D ANEEL 2015 - 2016

Ano	Programa	Valor
2015	Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Heliotérmica de Energia Elétrica	256.180.920,76
2016	Aprimoramento do Ambiente de Negócios do Setor Elétrico Brasileiro	30.100.000,00
2016	Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro	540.694.232,00
TOTAL		826.975.152,76

Fonte: Brasil (2015)

A Tabela 6 apresenta o volume de investimentos em programas específicos para o setor elétrico brasileiro, com prevalência para arranjos técnicos que vislumbrem novas formas de armazenamento energético para o setor.

Para a efetividade do investimento, a ANEEL se baseou no Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (2012), que abraça todo segmento de energia no Brasil e que traz em seu centro elementos importantes para o setor energético brasileiro:

- Estabelecer procedimentos sobre como elaborar projetos no setor, da submissão à aprovação, perpassando planilhas de custeio e formas de contabilização dos gastos;
- Acompanhar e fiscalizar a execução dos projetos.

As áreas contempladas incluem:

- Eficiência energética;
- Fontes renováveis ou alternativas de geração de energia elétrica;
- Meio ambiente;
- Planejamento e operação de sistemas elétricos;
- Medição e faturamento;
- Transmissão de dados por redes elétricas;
- Novos materiais e componentes; e
- Pesquisa estratégica – ênfase do presente trabalho.

Outra importante agência reguladora é a ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, cuja estrutura fora apresentada na Figura 10 à p. 62 do presente estudo.

Regulamentada pela Lei Federal 9.478, de 06 de agosto de 1997, tem como principal atribuição legislar sobre as atividades concernentes à exploração do petróleo e gás natural no Brasil.

No que tange a P&DT, a ANP tem “cláusula de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (Cláusula de PD&I)” (ANP, 2016) que consta em seus contratos de produção de petróleo e gás natural.

De acordo com o sítio eletrônico da ANP, as seguintes categorias de projetos e programas são de interesse nacional:

- Programa tecnológico para desenvolvimento e capacitação técnica de fornecedores;
- Projeto específico de melhoria de infraestrutura laboratorial;
- Projeto para estudo de bacias sedimentares de nova fronteira que envolva a atividade de aquisição de dados;
- Projeto específico de tecnologia industrial básica;
- Programa específico de formação de recursos humanos;
- Projeto específico de engenharia básica não rotineira;
- Projeto específico de apoio a instalações laboratoriais de PD&I.

Nesse arcabouço de projetos e programas, baseado no relatório “oportunidades para o setor de petróleo e gás no Brasil”, se vislumbram algumas perspectivas:

- Ampliação do papel do conhecimento ao longo do processo de desenvolvimento;
- Levantamentos geológicos e geofísicos para avaliação do “estoque energético” brasileiro;
- Fortalecimento do setor para q criação de um mercado mais competitivo, com a venda de bacias e a entrada de novos *players*;
- Transferência de tecnologia;

Oliveira (2011), fundamentado pela “pesquisa estratégica”, que é definida pela ANEEL em seu manual, à página 59, como “Estudos e desenvolvimentos que coordenem e integrem a geração de novo conhecimento tecnológico em tema de

relevância para o setor de energia, exigindo um esforço conjunto e coordenado de várias empresas e entidades executoras”, evidencia um enfoque que incorpora a perspectiva de investigação da presente tese. Segundo o autor,

Um aspecto importante da dinâmica da inovação no setor energético é o papel desempenhado pelos fornecedores de equipamentos e sistemas de energia. Normalmente, são estes fornecedores os principais responsáveis pelas inovações ao longo da cadeia de produção (OLIVEIRA, 2011, p.75).

Assertiva ratificada por Pompermayer, De Negri, Cavalcanti (2011) que complementam a análise da seguinte forma:

Seria esperado, dadas as tendências tecnológicas do setor, que empresas fornecedoras do setor elétrico tivessem participação mais ativa no desenvolvimento de tecnologias para o setor (POMPERMAYER; DE NEGRI; CAVALCANTI, 2011, p. 52).

Quando se analisa o perfil das empresas fornecedoras da cadeia produtiva, Oliveira (2011) salienta que são “altamente internacionalizados, em sua maioria global players e com forte presença na economia brasileira”, proposição assumida por Pavitt (1984), quando reforça que nos setores onde predominam os fornecedores é de se esperar um alto índice de inovações não só em processo, como em produto, o que se relaciona com boa parte dos propósitos de inovação esperados para o setor energético brasileiro, como escreve Oliveira (2011), “onde as inovações surgem na atualização de equipamentos e sistemas”.

Para efetivação da estrutura apresentada e que abarca toda a pesquisa no setor energético brasileiro sustentada pela ANEEL e pela ANP, foram criados eixos prioritários - e suas derivações - para investimento em P&DT, conforme aponta o Quadro 27:

Quadro 27 – Eixos de pesquisa em energia ANEEL e ANP

<b>Programa</b>	<b>Agência Patrocinadora</b>
Fontes alternativas de geração de energia elétrica	ANEEL
Geração Termelétrica	ANEEL
Temas transversais	ANP
Gestão de Bacias e Reservatórios	ANEEL
Exploração petróleo e gás	ANP
Meio Ambiente e Segurança	ANEEL
Produção petróleo e gás	ANP
Biocombustíveis	ANP
Abastecimento	ANP
Eficiência Energética	ANEEL
Outras fontes de energia	ANP
Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica	ANEEL
Gás Natural	ANP
Operação de Sistemas de Energia Elétrica	ANEEL
Regulação do setor	ANP
Controle e Proteção de Sistemas de Energia Elétrica	ANEEL
Qualidade e Confiabilidade dos Serviços de Energia Elétrica	ANEEL
Medição, faturamento e combate a perdas comerciais	ANEEL

Fonte: ANEEL (2017); ANP (2017)

Historicamente, as políticas públicas enfatizaram a pesquisa em geração energética com base hidráulica. (POMPERMAYER et al., 2011). Diante disso, seria de se esperar que nova dinâmica estrutural para a pesquisa fosse implementada, levando em consideração duas premissas principais: pesquisa em rede cooperativa, que intensificasse a participação das agências reguladoras, e a criação de um observatório de inovação tecnológica, que cuidasse da coordenação de pesquisa para o desenvolvimento do mesmo sistema setorial (OLIVEIRA, 2016).

Tal circunstância oferece indícios para a compreensão sobre a prontidão e a maturidade tecnológica dos projetos para o setor energético brasileiro.

#### 2.4 Prontidão tecnológica: Technology Readiness Level

Por prontidão tecnológica, segundo *The Global Competitiveness Report 2015–2016*, elaborado pelo World Economic Forum (WEF), compreende-se a capacidade de absorver e utilizar por parte de uma economia das tecnologias existentes que possibilitem o aumento da produtividade industrial. Seu “nível” de prontidão é estabelecido pelo grau de maturidade das tecnologias existentes, objetivando o uso da tecnologia nas diversas etapas de um processo produtivo, aumentando sua eficiência e trazendo consigo a inovação como elemento

importante para o aumento da competitividade (WEF, 2015). Complementa ainda o Relatório que

O ponto central é que as empresas que operam no país precisam ter acesso a produtos avançados e planos e a capacidade de absorver e usá-los. Entre as principais fontes de tecnologia estrangeira, o investimento direto estrangeiro desempenha frequentemente um papel fundamental, especialmente para países em estágio menos avançado de desenvolvimento tecnológico (WEF, 2015, p. 36).

O Brasil ocupa o 54º lugar no ranking de prontidão tecnológica elaborado pelo WEF (2015), e 75º no ranking geral no conjunto total de 140 países.

Uma síntese dos principais indicadores de prontidão tecnológica para o cenário internacional está apresentada na Tabela 7, cujos países foram escolhidos por conta da sua representatividade em termos globais – EUA e Alemanha – e pelo destaque no implemento de inovações – caso do Chile.

Tabela 7 – Indicadores de prontidão tecnológica Brasil e Mundo

<b>País /Ranking</b>	<b>Brasil</b>	<b>EUA</b>	<b>Alemanha</b>	<b>Chile</b>
<b>Indicadores</b>				
Disponibilidade das últimas tecnologias	85	2	12	33
Absorção tecnológica em nível empresarial	57	3	13	38
Transferência de tecnologia	58	34	24	14

Fonte: World Economic Forum (2015)

O Brasil perde em todos os indicadores. A disparidade fica ainda mais evidente quando comparada com outro país sul-americano, o Chile. Por exemplo, a capacidade de absorção tecnológica chilena – ponto central do conceito de prontidão tecnológica - coloca o país entre as economias mundiais cuja direção é para a inovação, ratificada pela disponibilidade das últimas tecnologias que, dado o resultado, mostra-se mais acessível no Chile do que no Brasil, chamando a atenção para as políticas inovadoras recomendadas para o país, em razão da disparidade de Parques Tecnológicos existentes no Brasil e no Chile.

Sarfati (2013) considera o fato do Brasil ter apresentado 17 programas de promoção à inovação em 2012, enquanto o Chile apresentava 58, no mesmo período. Os frutos desses investimentos justificam o atual nível de prontidão tecnológica dos dois países. Os Estados Unidos, assumem posição de liderança, e semelhante interpretação pode ser aplicada para o caso alemão.



Sobre essa afirmação, Oliveira (2016) expõe um ponto de vista que incorpora a mesma atenção, desta vez para o futuro do setor de energia brasileiro:

Pode-se constatar que parte significativa dos projetos não se aproxima das tendências tecnológicas pesquisadas pelos países centrais, tendo por base a Agência Internacional de Energia (AIE), a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), o European Wind Energy Association (EWEA) e o Massachusetts Institute of Technology (MIT). Questiona-se, por fim, até que ponto a dinâmica inovativa do setor elétrico pode ser centrada nas empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia, ou nas fornecedoras de equipamentos e sistemas energéticos (OLIVEIRA, 2016, p. 55).

O Indicador “transferência de tecnologia” é um importante dado de avaliação da prontidão tecnológica, sendo definido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Lavras/MG como a transferência de conhecimento de empresa para empresa, aumentando, assim, o estoque de conhecimento. O INPI (2017) define transferência tecnológica como sendo um aspecto econômico e comercial, a partir do momento em que é adquirido por agentes receptores.

Uma das formas de transferência tecnológica diz respeito ao licenciamento de patentes, importante indicativo da produção científica dos países e que está representada pela Tabela 8:

Tabela 8 – Depósito de patentes por empresas

Setor	Área	Residente			Não residente		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
Engenharia Elétrica	Eng. eletrônica e Energia elétrica	138	117	95	756	977	989
	Semicondutores	9	1	6	108	139	131
	Tecnologia de superfícies, revestimentos	46	29	28	328	375	327
	Tecnologias de Meio Ambiente	87	46	43	298	351	329
	Motores, Bombas, Turbinas	101	85	70	593	624	592
	Processos Térmicos e aparatos	80	74	35	262	283	220
	Biotecnologia	75	55	59	1153	1214	963
	<b>TOTAL Setor</b>	536	407	336	3498	3963	3551
<b>TOTAL GERAL</b>	2546	2418	2348	5508	5974	5563	
<b>Participação %</b>	21	17	14	64	66	64	

Fonte: INPI (2017)

Com base na Tabela 8, apenas para o segmento de engenharia elétrica, o Brasil apresenta a seguinte correlação anual entre patentes requeridas por residentes e não residentes:

- 2010 – 13,3% do total de patentes “residentes”; 86,7% “não residentes”;
- 2011 – 9,3% do total de patentes “residentes”; 90,7% “não residentes”;
- 2012 – 8,7% do total de patentes “residentes”; 91,3% “não residentes”;

A média anual de 10% evidencia a discrepância existente entre as patentes requeridas por empresas “residentes” – empresas estabelecidas formalmente no país; frente às empresas “não residentes” – subsidiárias de empresas estrangeiras residentes fora do país, reflexo direto da maior participação em pesquisa pelas empresas estrangeiras. Cujas articulações com o tema da pesquisa se relaciona a partir do momento em que a geração do conhecimento se manifesta nos projetos de pesquisa e desenvolvimento, sendo a Petrobrás, com 19% das patentes registradas no segmento de energia, destaque no cenário nacional.

As Tabelas 9 e 10 ratificam a assertiva, justificadas após a apresentação do Quadro 28:

Tabela 9 – Maiores depositantes “residentes” de Patentes do Tipo PI

Rank	Nome	Total 2000-2012	Participação Residentes	Participação Total Depósitos
1	Petrobras	730	1,4%	0,3%
2	Whirlpool S.A.	659	1,3%	0,2%
3	Unicamp	620	1,2%	0,2%
4	USP	468	0,9%	0,2%
5	UFMG	425	0,8%	0,2%
6	UFRJ	235	0,4%	0,1%
7	UFPR	208	0,4%	0,1%
8	Vale S.A.	173	0,3%	0,1%
9	UFRGS	163	0,3%	0,1%
10	Embrapa	133	0,3%	0,0%
Top 10 - Total		3.814	7,3%	1,4%
Total de depósitos de residentes		52.450	100,0%	19,1%
Total de depósitos		274.728		100,0%

Fonte: INPI (2017)

Tabela 10 – Maiores depositantes “não residentes” de Patentes do Tipo PI

Rank	Nome	Total 2000-2012	Participação Não Residentes	Participação Total Depósitos
1	Basf	3.558	1,6%	1,3%
2	Qualcomm Inc.	3.255	1,5%	1,2%
3	Procter Gamble	2.539	1,1%	0,9%
4	Philips	1.898	0,9%	0,7%

5	Unilever	1.863	0,8%	0,7%
6	3M Innovative	1.791	0,8%	0,7%
7	Novartis	1.723	0,8%	0,6%
8	Siemens	1.687	0,8%	0,6%
9	DuPont	1.547	0,7%	0,6%
10	Microsoft Corp.	1.514	0,7%	0,6%
Top 10 - Total		21.375	9,6%	7,8%
Total de depósitos de não residentes		221.776	100,0%	80,7%
Total de depósitos		274.728		100%

Fonte: INPI (2017)

Antes da análise das tabelas, cabe ressaltar os tipos de patentes existentes no Brasil, segundo o INPI (2017) através das informações colhidas no sítio eletrônico “portal de marcas e patentes”, que classificam os tipos de patente como exposto no Quadro 28:

Quadro 28 – Tipos de patentes para criações industriais

<b>Tipo de Proteção</b>	<b>Conceito</b>	<b>Validade</b>
Patente de Invenção – PI	Criação industrial “nova”; Produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial.	20 anos
Patente de Modelo de Utilidade – MU	Aperfeiçoamento industrial “novo”. Objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação.	15 anos
Registro de Desenho Industrial – DI	Forma plástica “design” novo	10 anos renováveis por mais 15 (de 5 em 5)
Certificado de Adição de Invenção - C	Aperfeiçoamento ou desenvolvimento introduzido no objeto da invenção, mesmo que destituído de atividade inventiva, porém ainda dentro do mesmo conceito inventivo.	20 anos

Fonte: INPI (2017)

Um dos modelos adotados para legitimar o padrão escalar do nível de maturidade tecnológica de um projeto em P&D foi desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics Space Administration*), nos Estados Unidos.

Nessa escala se apresentam os fundamentos essenciais que justificam o grau de maturidade dentro do qual os processos se alinham de forma que o planejamento possa ser integrado e absorver o maior e melhor nível de maturidade para o projeto

requerido. Em síntese, trata-se da avaliação do grau de maturidade de uma inovação e sua possibilidade de uso.

Esse modelo, denominado de *Technology Readiness Level* - TRL, em tradução literal para o idioma português como Níveis de Prontidão Tecnológica, consiste, segundo Mankins (1995), em “um sistema de medição sistemática que suporta a avaliação da maturidade de uma determinada tecnologia”.

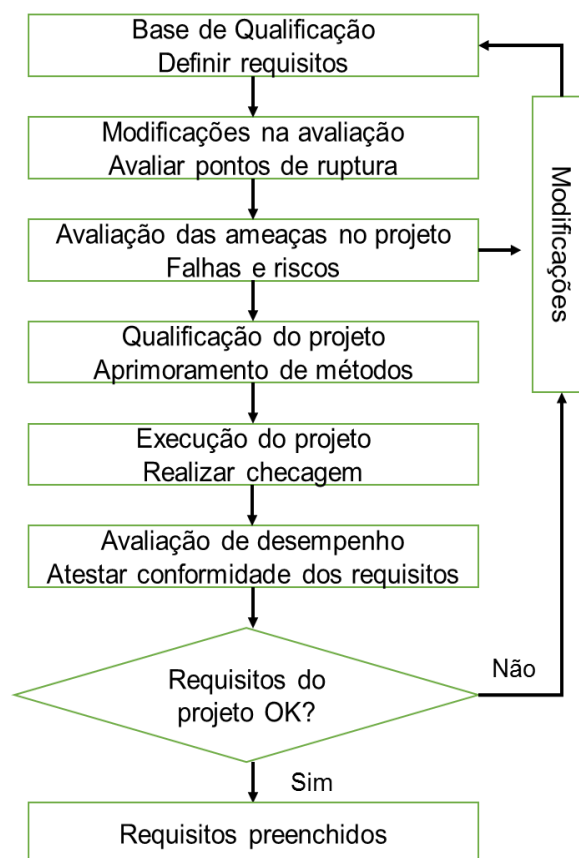
Sauser (2007) apresenta a TRL da seguinte forma:

TRL é uma medida usada por algumas agências governamentais dos EUA e por muitos contratantes governamentais para avaliar a maturidade de tecnologias em desenvolvimento (materiais, componentes, dispositivos, etc.) antes de incorporar essa tecnologia em um sistema ou subsistema. Em resumo, quando uma nova tecnologia é primeiramente inventada ou conceituada, não é adequada para aplicação imediata. Em vez disso, as novas tecnologias são geralmente submetidas à experimentação, refinamento e testes cada vez mais realistas. Uma vez que a tecnologia é suficientemente comprovada, pode ser incorporada num sistema ou subsistema (SAUSER, 2007, p. 4).

A metodologia da TRL permite adequada avaliação da prontidão tecnológica de diversos elementos componentes de um sistema ou equipamento, à medida que sua acurácia pode ser medida a partir do nível mais básico de início do processo. A maturidade tecnológica permite verificar o estágio atual do desenvolvimento tecnológico e o seu direcionamento, ao longo do processo (SAUSER, 2007).

O fluxograma apresentado pela Figura 20, adaptado a partir dos níveis de qualificação tecnológica sugeridos pelo *Det Norske Veritas*, fundação que atua na classificação e certificação de “unidades e instalações *offshore* e indústrias *onshore* em todo o mundo”, demonstra, resumidamente, os principais estágios da investigação do nível de maturidade tecnológica:

Figura 20 - Etapas do processo de investigação da maturidade tecnológica



Fonte: Adaptado de Det Norske Veritas (2011)

A Figura 20 indica que a investigação da maturidade tecnológica se dá a partir de degraus de validação. Cada etapa aponta para um conjunto de tarefas que deverá ser documentado e ajustado de acordo com o andamento de cada processo, passando para a tarefa subsequente, após satisfeitas as condicionantes da tarefa em análise, com modificações podendo ser efetuadas até a plena satisfação da tecnologia selecionada.

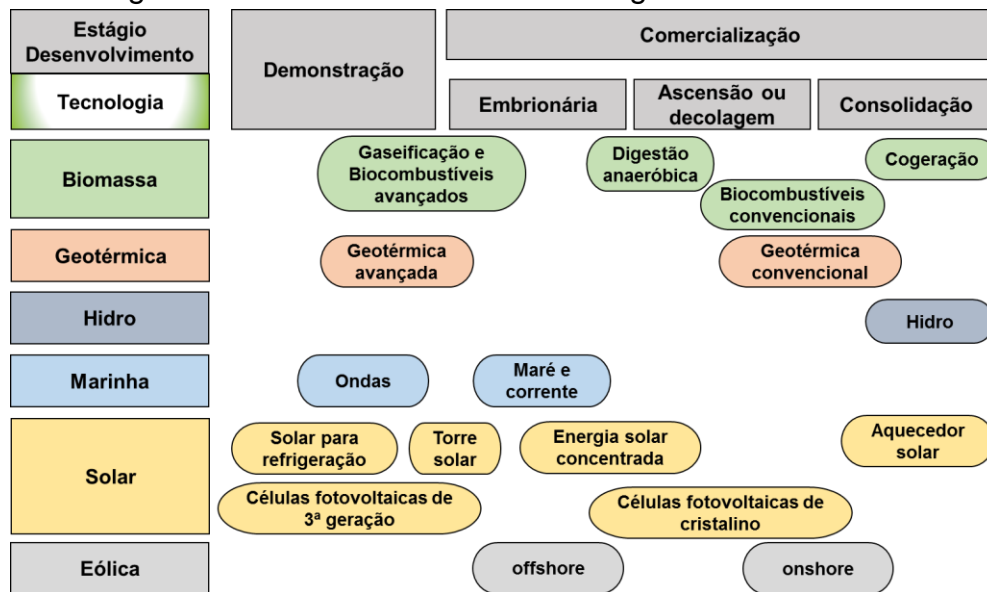
Encontra reforço na estrutura do fluxograma apresentado a afirmativa de Paulk et al. (1993), um dos criadores do *Capability Maturity Model*, ou Modelo de Capacidade de Maturidade, que pode ser explicado como um projeto tecnológico (máquina, equipamento ou mesmo software), criado para a medição da maturidade desses modelos de projetos:

Cada nível de maturidade fornece uma camada na base para a melhoria contínua do processo. Cada nível compreende um conjunto de metas de processo que, quando satisfeitas, estabilizam um componente importante do processo a seguir. Atingir cada nível do quadro de maturidade

estabelece um componente diferente no processo, resultando em um aumento na capacidade do processo da organização. (PAULK et al., 1993, p. 24).

Estudo realizado pela *International Energy Agency* (2011) demonstra o estágio de maturidade das tecnologias oriundas das energias renováveis, apresentado pela Figura 21:

Figura 21 - Estágio de maturidade de P&D em energia renovável



Fonte: IEA (2011)

A Figura 21 expõe os vários tipos de energia. É relevante saber que há tecnologias já em consolidação no mercado, maduras e que atendem às condições de mercado, e outras que estão em fase embrionária – requerem mais tempo para a maturidade de mercado – além de outras, já em fase de ascensão ou decolagem, que significa estarem aptas para o mercado em menor espaço de tempo.

Os dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC - amparam essas etapas de embrião até a comercialização efetiva, sendo oportuno analisar, sob esse prisma, as empresas que implementaram inovações e os tipos de inovações por elas praticadas.

A Tabela 11 apresenta o total setorial de empresas que implementaram algum tipo de inovação, especificamente no setor de energia (eletricidade e petróleo e gás).

Tabela 11 – Número de empresas que implementaram inovações por setor

<b>Atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás</b>			
	Inovação de produto e/ou processo	Apenas projetos incompletos e/ou abandonados	Apenas inovações organizacionais e/ou de <i>marketing</i>
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	80	6	78
Refino de petróleo	45	3	20
Eletricidade e gás	137	171	84

Fonte: Pintec (2014)

Conforme subentendido pelo Manual do Pintec, inovação de produto ou processo é a “introdução de um produto (bem ou serviço) novo ou substancialmente aprimorado ou pela introdução de um processo produtivo novo ou substancialmente aprimorado na empresa” (IBGE/PINTEC, 2014, p. 8).

A Tabela 11, apresenta o *status* das inovações no setor de energia. Em breve análise, supondo-se o total de inovação por segmento (produto, processo, projetos organizacionais e marketing), apresenta-se os seguintes índices:

- Fabricação de coque – 164 atividades inovativas, 49% inovações oriundas de produtos/processo e 4% dos projetos abandonados;
- Refino de petróleo – 68 atividades inovativas, 66% inovações oriundas de produtos/processo e 4% dos projetos abandonados;
- Eletricidade e gás - 392 atividades inovativas, 35% inovações oriundas de produtos/processo e 44% dos projetos abandonados.

A forte discrepância no setor de eletricidade e gás pode se dar pela forte interposição governamental, com políticas que alteram sobremaneira a estrutura do setor aliados à forte concorrência e à dependência político-institucional que se abate sobre o setor, que retarda o investimento em um segmento estratégico para o país.

Tabela 12 - Tipos de inovações implementadas pelas empresas por setor

	<b>Atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás</b>				
	Produto novo		Processo novo		
	Para a empresa	Para o mercado nacional	Para a empresa	Para o mercado nacional	De produto e processo
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	24	3	77	2	23
Refino de petróleo	27	5	27	13	23
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	220	97	273	60	234
Eletricidade e gás	29	18	122	32	32

Fonte: Pintec (2014)

Oriundas de fontes de P&D, os indicadores de inovação apresentados na Tabela 12 apontam uma tendência ao processo inovador voltado para produtos e processos endógenos, o que pode ser explicado pelas inovações voltadas às necessidades das empresas, como a fabricação de coque e refino de petróleo, em que 88% e 84%, respectivamente, dos produtos são para uso da empresa. No que tange a processos para fabricação de coque, 97% desses são para uso da empresa, ao passo que, pela singularidade do setor, 57% dos processos, somente, são para uso intensivo da empresa que os cria.

É considerável, nas circunstâncias apresentadas, que toda organização saiba gerenciar as etapas do processo de geração tecnológica, pois o atraso implica em custos, a demora implica em perda de mercado e competitividade, comprometendo a infraestrutura tecnológica organizacional.

O processo gerencial é o eixo central pelo qual giram as premissas da TRL, apresentadas no Quadro 29:



Quadro 29 – *Technology Readiness Level* - TRL

TRL	Definição
TRL 1	Princípios básicos observados e relatados
TRL 2	Conceito e / ou aplicação da tecnologia formulado
TRL 3	Função crítica analítica e experimental e / característica de prova de conceito
TRL 4	Componentes e / ou validação placa de ensaio em ambiente de laboratório
TRL 5	Componentes e / ou validação placa de ensaio no ambiente relevante
TRL 6	Sistema / modelo do subsistema ou demonstração do protótipo em um relevante meio ambiente (solo ou espaço)
TRL 7	Protótipo de demonstração Sistema em um ambiente espacial
TRL 8	Sistema real concluído e "voo qualificado" através de teste e demonstração (solo ou espaço)
TRL 9	Sistema real "voo comprovado" através de operações de missão bem-sucedidas

Fonte: Mankins (1995, p.1)

Em sua representação, o Quadro 29 apresenta os níveis nos quais se fundamentam a TRL, trazendo em seu conceito o nível mais baixo representado como “TRL 1” e o nível mais complexo, emblemático de toda lógica de Pesquisa e Inovação, representado pela “TRL 9”.

A TRL é uma premissa de estudo que se usa nas indústrias com intuito de avaliar a maturidade tecnológica das ideias geradas ao longo de um processo inovador, fruto de P&DT, servindo de suporte também para a avaliação da necessidade de recursos advindos do conhecimento dessa maturidade (RYBICA; TIWARI e LEEKE, 2016).

Com base em Mankins (1995), construiu-se o Quadro 30, que discute mais amiúde cada uma das etapas da TRL, sendo introduzido também o fator “Custo” como exemplificação da relação agregada ao benefício dos estudos realizados em P&D em cada uma das etapas da TRL.

Quadro 30 – TRL - Descrição dos itens

TRL	Descrição	Custo X Benefício
<b>Pesquisa Básica</b>		
TRL 1	Baixo nível de maturação tecnológica que é usada para o básico. Investigação científica ainda incipiente.	Muito baixo, dado o caráter eminentemente científico da pesquisa.
TRL 2	Nível ainda especulativo de tecnologia. Experimentos são pouco observados, sem prova empírica de sua funcionalidade.	Muito baixo, dado o caráter eminentemente científico da pesquisa.
<b>Pesquisa de Viabilidade</b>		
TRL 3	Nesta etapa se verifica o início dos processos de P&D. Envolve estudos científicos com pesquisas empíricas que validem sua aplicabilidade.	Ainda baixo, visto que a observação de uma tecnologia específica ainda não carece de altos investimentos.
<b>Tecnologia em Desenvolvimento</b>		
TRL 4	Neste ponto a validação de conceitos suportará o ensaio em P&D ainda na sua fase	De baixa a moderada, visto o uso intenso de laboratório de uma única

	embrionária, não requerendo maior robustez.	forma de estudo tecnológico.
TRL 5	Aqui se percebe maior integração entre os estudos teóricos e o uso mais intenso da P&D de forma a haver maior integração em um ambiente de ensaio realista.	Moderado, visto que se está diretamente ligado à tecnologia que se pretende testar.
<b>Tecnologia Demonstradora</b>		
TRL 6	Neste nível, a demonstração “ambiental” é de grande relevância, traduzindo a fidelidade das pesquisas, em especial após a TRL 5 estar concluída, iniciando o ponto de maturação tecnológica.	De moderado a alto, visto o incremento em P&D necessário para a validação dos elementos de pesquisa.
<b>Comissionamento do Sistema</b>		
TRL 7	As exigências de um ambiente “real” tomam forma a partir das TRL’s 6 e 7. Os elementos de P&D devem estar próximos do desejado para testes e implantação. Ainda há tecnologias a serem avaliadas.	De moderado a alto, visto o incremento em P&D necessário para a validação dos elementos de pesquisa.
TRL 8	Neste ponto, todas as tecnologias foram testadas e passam por validação. Aqui se encontra o efetivo desenvolvimento da P&D.	Alto, pelo uso intenso da tecnologia.
<b>Sistema Operacional</b>		
TRL 9	Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Estas deverão pertencer ao estágio da TRL específico.	Alto, dado o uso intenso da tecnologia existente e incremento tecnológico.

Fonte: Mankins (1995, p.2)

Como reproduzido no Quadro 30, os elementos da TRL se coadunam com a proposição estipulada pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, pela criticidade de alguns processos tecnológicos. São, por esse, definidos como um momento no qual a dependência entre as tecnologias deriva do atendimento de tecnologias meramente operacionais, se seu desenvolvimento apresenta alto risco tecnológico e sua aplicabilidade, por ser nova, possa trazer novos paradigmas ao sistema de desenvolvimento em fases mais avançadas ou que tenha, nesse sentido, tanto custo de produção, quanto de operação aceitáveis.

Cabe ressaltar, como pressuposto pelo Departamento de Defesa do Canadá, que os processos de avaliação da maturidade tecnológica não são herméticos, o que se permite inferir a não existência de uma regra única que “permita a todas as organizações compreender o nível de maturidade tecnológica de qualquer sistema / equipamento em qualquer ponto do processo”, o que dificulta a avaliação da maturidade tecnológica.

Para tanto, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos estabelece uma lista de informações básicas que suportam as etapas da TRL, representada no

Quadro 31, que apresenta a forma como essas devem ser compreendidas para cada etapa da TRL apresentada.

Quadro 31 – Etapas do processo de prontidão tecnológica

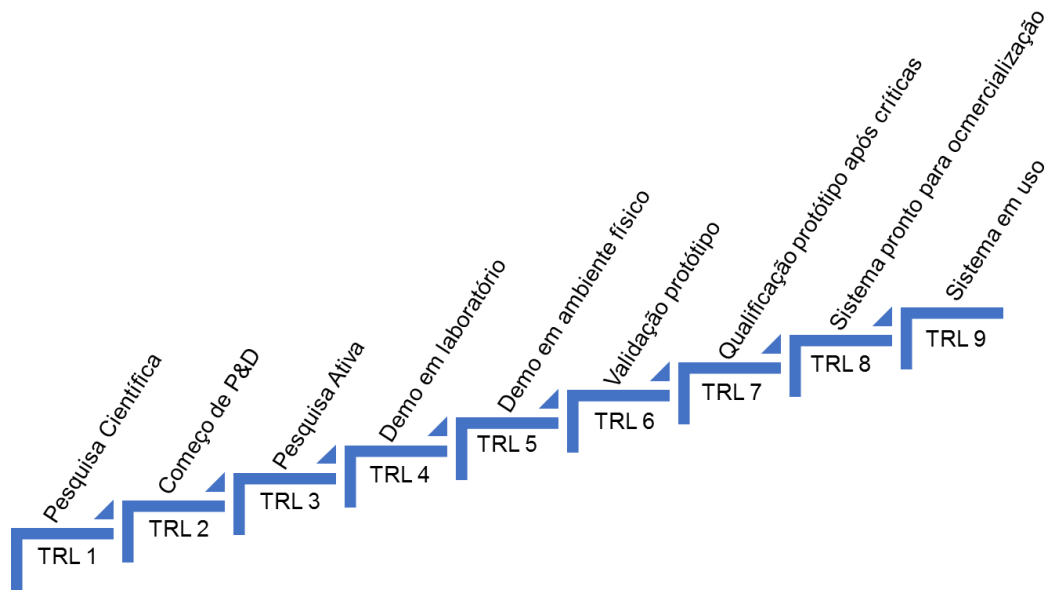
TRL	Suporte de Informação
1	Pesquisa publicada que identifica os princípios que estão na base desta tecnologia. Referências para quem, onde, quando.
2	Publicações ou outras referências que delineiam o aplicativo que está sendo considerado e que fornecem uma análise para suportar o conceito.
3	Resultados dos testes laboratoriais realizados para medir os parâmetros de interesse e comparação com as previsões analíticas para subsistemas críticos. Referências a quem, onde e quando esses testes e comparações foram realizados.
4	Conceitos do sistema que foram considerados e os resultados de escala de laboratório. Referências a quem fez este trabalho e quando. Fornecer uma estimativa de como os resultados de testes diferiram do objetivo esperado.
5	Resultados do teste são integrados com outros elementos de apoio em um ambiente operacional simulado. Como é que a "relevância ambiental" difere do ambiente operacional esperado? Como os resultados se comparam com as expectativas? Quais os problemas, se houver, foram encontrados?
6	Os resultados de testes que estão perto da configuração desejada em termos de desempenho. Como o ambiente de teste difere do ambiente operacional? Como comparar o teste com as expectativas? Quais os problemas, se houver, foram encontrados? Quais são / eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de passar para o próximo nível?
7	Como comparar o teste com as expectativas do projeto? Quais os problemas, se houver, foram encontrados? Quais são / eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de passar para o próximo nível?
8	Os resultados dos testes do sistema na sua configuração final sob a gama esperada de condições ambientais em que ele vai ser esperado para operar. Avaliação para determinar se o teste irá atender as necessidades operacionais. Quais os problemas, se houver, foram encontrados? Quais são / eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de finalizar o design?
9	OT&E – teste operacional e validação do processo.

Fonte: Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2006)

A transição do nível 1 para o nível 2 retrata a pesquisa científica começando a dar forma à pesquisa tecnológica. O nível 3 é a ponta de entrada para a pesquisa empírica, que é mais intensa nos níveis 4 e 5. A partir do nível 6, a prototipagem ou modelagem do processo/produto começa a tomar forma, a criticidade é ampliada aos níveis 7 e 8, e, após, é validado seu uso ou aplicação, conforme entendimento ao nível 9 (CARDOSO, 2013).

A partir do Quadro 31, pode-se derivar, como exposto em Cardoso (2013), um índice de referência por palavra-chave que sintetiza cada uma das etapas da TRL, como exposto na Figura 22:

Figura 22 - Índice de palavras-chave aplicados ao nível da TRL



Fonte: Cardoso (2013)

Em consonância com o conceito de maturidade tecnológica, TRL valida em seu nível máximo um processo/produto/equipamento na fase plena de sua evolução, no qual a inovação ocorre em níveis mais altos da TRL (9), tendo sido a TRL idealizada para sistematizar processos de desenvolvimento de tecnologias militarmente críticas. E que, inseri-la na pesquisa teve como finalidade demonstrar os níveis de prontidão tecnológica das inovações advindas do setor energético brasileiro, através da pesquisa de campo.

#### 2.4.1 Modelos de TRL aplicados ao setor de energia

Uma vez definidos prontidão e maturidade tecnológica e conhecendo-se a estrutura esquemática da *Technology Readiness Level* (TRL), é relevante apresentar modelos de desenvolvimento de processos ou equipamentos que tiveram a TRL como metodologia de análise.

O primeiro modelo, para avaliar a aplicabilidade da TRL, foi objeto de estudo de caso aplicado ao setor eletroeletrônico, descrito por Laurindo (2014), apresentado no Quadro 32:

Quadro 32 –TRL em empresa do segmento eletroeletrônico

<p>Ramo de atuação da empresa estudada: projeto e produção em baixo volume de soluções eletroeletrônicas para empresas.</p> <p>Estratégia de manufatura: produção em pequenos lotes, em que se busca compensar o baixo volume com grande variedade, oferecendo produtos distintos para diversos mercados diferentes.</p> <p>Produtos: placa geradora para gerador de ozônio; gerador de alta tensão para pintura; gerador de hidrogênio; iluminação LED.</p> <p>Metodologia: uso da TRL Calculator</p>	
Projeto analisado	Nível de TRL
Maçarico de Hidrogênio	(2) – <i>Característico da pesquisa básica, mesmo etapas dos níveis 3,4 e 5 completas.</i> A indefinição acerca da configuração final do produto impede a conclusão da etapa de prototipação e o subsequente início da etapa de desenvolvimento do produto.
Gerador de hidrogênio para motores a diesel	(2) – <i>Característico da pesquisa básica.</i> O sistema foi testado de forma individual, aparenta estar em nível próximo a 6.
Aplicação eletrostática de defensivo agrícola.	(2) – <i>Característico da pesquisa básica.</i> Nesse ponto foi considerado, pelo pesquisador como adequado para o projeto.

Fonte: Laurindo (2014)

As características descritas no Quadro 32 levam a algumas considerações acerca da TRL:

- Capacidade de mensuração real do nível de prontidão dos projetos;
- Rigor excessivo da *TRL Calculator*, que pode ser explicado pela aplicação maior em projetos de defesa nacional;
- Necessidade de se adequar os indicadores dos níveis de TRL à realidade do projeto, cabendo ao pesquisador ter a sensibilidade para reduzir eventuais distorções;
- Capacidade da metodologia utilizada de potencializar para baixo os níveis da TRL, dado o grau de maturidade dos projetos e a possibilidade de ainda sofrer revisões.

Outro modelo é apresentado conforme o Quadro 33, que representa uma empresa de grande porte do setor de energia.

Quadro 33 –TRL em empresa de equipamentos para o setor de energia

<p>Ramo de atuação da empresa estudada: desenvolvimento de atividades no setor de petróleo e gás e derivados, visando a suprir o mercado nacional.</p> <p>Estratégia de manufatura: Adaptar as tecnologias de refino. Com as descobertas de petróleo em campos de águas profundas, mudou a atividade de desenvolvimento tecnológico, que se</p>
---

concentrou na exploração desses grandes reservatórios de petróleo. Produtos: geração de tecnologia para exploração em águas profundas e pesquisa para otimização de novas fontes energéticas. Metodologia: uso da TRL Calculator	
Projeto analisado	Nível de TRL
Bomba submersível elétrica instalada em uma derrapagem submarina	Não divulgado. A empresa se preocupou em criar metodologia própria a partir da TRL, com critérios específicos para seu segmento de atuação.
Fluido Catalítico de Craqueamento para produção de olefinas leves	
Material nano compósito para revestimento de tubos	
Sensores de fibra óptica para detecção de vazamento de gás.	

Fonte: Leite et al. (2015)

O que se depreende do Quadro 33 é que a TRL tem relevância para medir os processos de produção. Um dos fatores mais críticos diz respeito aos critérios de avaliação, o que levou a empresa estudada a criar metodologia própria a partir da TRL, que tem sua eficácia a partir de atributos como:

- Capacidade de organizar os processos de P&D;
- Permitir analisar com mais acurácia as variáveis de cada nível;
- Agilizar o processo decisório acerca do que se pretende analisar, dado seu caráter iminente crítico dos processos;
- Possibilitar antever prazos para lançamento dos produtos, visto que sua medição nos níveis mais baixos permite ajustar a agenda de maturação do processo produtivo.

Um terceiro modelo de uso da TRL para validação de projetos em P&DT é apresentado no Quadro 34, que representa uma empresa de soluções para o setor energético, baseada nos Estados Unidos.

#### Quadro 34 –TRL em empresa de desenvolvimento de soluções em energia

Ramo de atuação da empresa estudada: desenvolvimento de soluções tecnológicas para o setor de energia. Estratégia de manufatura: desenvolvimento da energia de fusão magnética. A fusão deve ser economicamente competitiva, ganhar aceitação pública e operar de forma confiável e estável, comparável às fontes de energia nucleares e não-nucleares existentes e que levem à comercialização de uma fonte de energia viável. Produtos: pesquisa de energia para fusão magnética. Metodologia: uso da TRL Calculator	
Projeto analisado	Nível de TRL
Distribuição de energia de plasma	(4) – <i>Característico da pesquisa laboratorial.</i> A Integração auto consistente de técnicas para controlar fluxos de potência e tecnologias para o manuseio desses fluxos em um plasma de alta temperatura que

	possui estrutura característica
<b>Partições do projeto de distribuição de plasma – Nível de TRL</b>	
Manuseio de fluxos de calor	(2)
Alta temperatura & conversão de energia	(2)
Fabricação do núcleo de alimentação	(2)
Vida útil do núcleo de energia	(2)
Controle do trítio – isótopo radioativo	(3) – <i>Função ainda experimental, característico de provas de conceito.</i> Os conceitos e modelos devem ser comparados com outros dados e avaliados para seguir para o experimento em laboratório.
<b>Partições do projeto de controle do trítio – Nível de TRL</b>	
Controle de ativação do produto	(4)
Gestão de resíduos radioativos	(2)
Medição de controle de plasma	(4) – <i>Característico da pesquisa laboratorial.</i> Projeto realizado sob confinamento – laboratório – para plasma em alta temperatura.
<b>Partições do projeto de controle de plasma – Nível de TRL</b>	
Controle integrado da fábrica	(2)
Controle do ciclo de combustível	(2)
Manutenção	(1)

Fonte: Tillack et al. (2011)

Considerações relevantes podem ser extraídas a partir do Quadro 34, em comparação aos demais modelos apresentados:

- A TRL influencia o tipo de pesquisa. Se no primeiro modelo, a pesquisa pode ser criticada, no terceiro, dadas as especificidades da pesquisa, o uso da TRL não permitiu variações de conceito;
- Tanto no modelo da empresa que criou metodologia própria a partir da TRL, quanto nas demais empresas, fica evidente a necessidade de um ponto de partida que traga robustez às avaliações de projeto;
- Pode-se inferir a necessidade de participação de atores internos na validação da avaliação via TRL.

Em todos os casos estudados, pode-se perceber que atribuir os níveis de TRL exige interpretar de forma precisa a linguagem exposta na definição de cada um dos níveis, evitando-se qualquer elemento subjetivo na interpretação dos níveis de TRL (TILLACK et al., 2011).

A TRL possui atributos para validar o desempenho de uma tecnologia em forma de experimento laboratorial ou na fase de teste de campo, porém, não há indicativo de que a TRL possa mensurar, por razões de custeio, se uma nova tecnologia pode ou não ser produzida de forma acessível (GIL; ANDRADE e COSTA, 2014).

A partir do arcabouço teórico, foi construída a metodologia do trabalho de investigação da presente tese.



### 3 MÉTODO

Os procedimentos metodológicos previstos para esta tese têm fundamento baseado em seu objetivo principal, que consiste em investigar “quais são as prioridades e concentração dos esforços de P&DT no setor energético brasileiro”. Sendo assim, pela natureza do problema e as características nele contidas, a pesquisa qualitativa mostra-se mais apropriada à estratégia investigativa.

A boa pesquisa deve gerar resultados que sejam confiáveis, obtidos de práticas profissionais, cuja segurança no processo decisório seja contemplada (COOPER, 2003).

A etapa inicial de construção da presente tese consistiu na realização de pesquisa bibliográfica e documental que pudessem conceder o alicerce necessário para legitimar os propósitos desse estudo.

Para tanto, estruturou-se uma análise baseada nos principais conceitos discutidos neste trabalho, sendo a busca de artigos realizada em confiáveis bases de dados, com o uso de palavras-chave relacionadas ao tema da pesquisa.

A consulta na base de dados *Google Acadêmico* também foi realizada com o intuito de se analisar os descritores para as temáticas trabalhadas ao longo do estudo. Manuais e relatórios complementaram a base de referências desse trabalho, buscando na literatura da área o suporte teórico que sustentou a revisão bibliográfica.

Construídas a partir do problema de pesquisa e baseadas na revisão teórica, as proposições do presente estudo estabelecem o vínculo da pesquisa entre a teoria e o objeto de estudo, tal como salientado por Yin (2005) e criam nexos entre o conceito e a prática uma vez que permitem verificação no campo. Essas proposições contemplam:

- Em relação ao Matriz Energética, a pesquisa propõe-se a examinar se a natureza das mudanças oriundas do marco regulatório nacional foram elementos de impulso para a inovação ao longo do processo produtivo da cadeia de produção de energia, contribuindo para a configuração de uma nova Matriz Energética Nacional.
- Em relação ao Sistema de Inovação e o Papel do Estado no Setor Energético Brasileiro este trabalho propõe-se a identificar quais interações

público–privadas no setor de energia devem contemplar ações propositivas e/ou modelos de difusão tecnológica e de conhecimento, fruto do relacionamento de distintos atores como garantia da continuidade produtiva, frente à infraestrutura atual do setor no Brasil.

- Sobre a P&DT no Setor de Energia, a proposição desta pesquisa é identificar que tipos de investimento contribuíram para a melhoria da eficiência energética, ao incorporar a oferta dos recursos naturais e tecnologias.
- Sobre a maturidade na pesquisa energética no Brasil, a pesquisa se dispõe a identificar quais níveis de TRL caracterizam o financiamento da PD&T e com os esforços de inovação

### 3.1 Abordagem da Pesquisa

Quanto a forma de abordagem, essa pesquisa se classifica como qualitativa, cujo valor está intrinsecamente ligado a análise e compreensão sobre a maneira como os elementos estudados influenciam o contexto sobre o qual se realiza a pesquisa, seus *lócus* de pesquisa, bem como a forma pela qual se percebe a interação entre homem e o objeto estudados. (SANTOS, 2004).

### 3.2 Tipo de pesquisa e procedimentos de coleta de dados

Será de natureza exploratória e descritiva. Exploratória, pois o principal propósito é proporcionar maior familiaridade com o problema, permitindo aproximação entre entrevistados e entrevistador, tornando-o mais explícito, envolvendo neste tópico principalmente o levantamento bibliográfico sobre o tema proposto. E descritiva, pois o projeto proposto visa algo mais que simplesmente a interrelação entre as variáveis estudadas (GIL, 2010).

### 3.2.1 Procedimentos e coleta de dados

No que concerne à coleta de dados, realizou-se a técnica de entrevista, que aproxima entrevistador de entrevistado, com um modelo de entrevista semiestruturada, ou, como na visão de Yin (2016), pesquisa qualitativa, pois não foi estabelecido rígido roteiro, seguindo um “modelo conversacional, levando a uma espécie de relacionamento social” (YIN, 2016, p.119).

O desenvolvimento da pesquisa contemplou as definições previstas para este trabalho de natureza qualitativa e que tem, como estratégia de pesquisa, as técnicas de levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de arquivos, buscando descrever a incidência ou predominância de um fenômeno, pois, segundo Yin (2005), essas necessitam ser avaliadas e analisadas ao longo do tempo.

Tendo em vista a validação dos questionários descrita na sequência deste capítulo, por parte dos respondentes, quer sejam os centros de pesquisa ou os professores pesquisadores, para estes, foi suprimida a questão que abrangia a pressão estatal por projetos específicos, dentro do eixo de sistema de inovação e o papel do Estado no setor energético brasileiro, motivo pelo qual se apresentam dois modelos no apêndice desse trabalho.

Após a realização das entrevistas com dois centros de pesquisa, procedeu-se à transcrição literal dos áudios. Um terceiro centro de pesquisa não autorizou a gravação, sendo a entrevista realizada através de conferência telefônica, com anotações realizadas pelo entrevistador. Foram realizadas pesquisas com 10 professores-pesquisadores.

Como suporte de análise, foi utilizado o software de análise de dados qualitativos MAXQDA, que obedeceu ao seguinte roteiro:

- 1) Inserção das entrevistas;
- 2) Identificação dos atores (10 professores pesquisadores e 3 centros de pesquisa, cujas identidades foram protegidas pela atribuição de um código, como apresentado na Tabela 13;
- 3) Codificação das variáveis.
- 4) Tratamento e análise dos dados

Tabela 13 – Identificação dos atores

<b>Documentos</b>
CP_M
R1_M
R2_M
R3_M
R4_M
R5_M
R6_M
R7_M
R8_M
R9_M
R10_M

Fonte: Elaboração própria

Os entrevistados que foram entrevistados por telefone solicitaram previamente o questionário de pesquisa. Ao longo da entrevista, os apontamentos foram tomados pelo entrevistador que solicitou o envio do documento para fins de comprovação da entrevista, complementando a percepção da entrevista por áudio àqueles que os entrevistados se dispuseram a enviar.

As entrevistas realizadas por Skype e presencial, foram transcritas por profissional habilitado, doutora em letras, seguindo o preconizado por Olsen (2015): garantir o sigilo em relação a cada participante, clareza na narrativa, estética linguística, pontuações detalhadas e abreviaturas lógicas. Essa estrutura serve para facilitar pesquisa documental futura.

### 3.2.2 Elaboração e validação do instrumento de pesquisa

Para elaboração do presente instrumento de pesquisa, adotou-se o seguinte roteiro:

- 1 – Definição dos pressupostos teóricos do trabalho;
- 2 – Análise das contribuições teóricas a partir de um estudo bibliométrico feito por meio de palavras-chave;
- 3 – Aplicação do questionário a dois professores que, após análise, teve como única mudança a estruturação da ordenação do questionamento, bem como dos eixos de pesquisa;

4 – Entrevista informal com os mesmos representantes das empresas e com os professores pesquisadores para validação do instrumento, que não foram incluídas na análise do presente estudo.

A validação segue o proposto por Yin:

Para todos os tipos de pesquisa, incluindo pesquisa qualitativa, possivelmente a questão fundamental do controle de qualidade trata da validade de um estudo e seus resultados. Um estudo válido é aquele que coletou e interpretou seus dados adequadamente, de modo que as conclusões reflitam com precisão e representem a vida real do que foi estudado.(YIN, 2015, p.70).

A partir da apresentação do projeto de tese para dois representantes dos centros de pesquisa, avaliou-se o grau de profundidade das questões e sua pertinência.

### 3.3 População e amostra

Inicialmente vislumbrou-se estudar um conjunto de centros de pesquisas no Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a população foi selecionada pela *expertise* em pesquisa e desenvolvimento tecnológico de reconhecimento nacional e internacional, sendo identificado mais de 15 centros de pesquisa dentro dessas premissas e 7 efetivamente contatados para fins deste estudo, desde março de 2016.

O contato inicial se deu através de e-mails, com retorno positivo de 3 centros de pesquisa que, por solicitação expressa de confidencialidade, não terão seus nomes divulgados e que foram codificados com as iniciais “CP” – centro de pesquisa, com posterior numeração de identificação.

Como forma de validar os objetivos dessa pesquisa, optou-se também pela entrevista com professores pesquisadores no segmento de energia, tendo sido estes contatados por e-mail e que resultou em 11 retornos dos 92 e-mails enviados, também com suas identificações protegidas por confidencialidade, com posterior numeração de identificação. Dos 11 questionários devolvidos, 1, por deliberação do autor, foi descartado, dado o caráter monossilábico das respostas que em nada contribuiria para o entendimento dos questionamentos realizados.

Das 3 entrevistas realizadas com os responsáveis pelos centros de pesquisa, 2 foram realizadas presencialmente, com autorização de gravação para posterior transcrição. Uma entrevista foi realizada por videoconferência, sem autorização de gravação e com tempo máximo de 60 minutos.

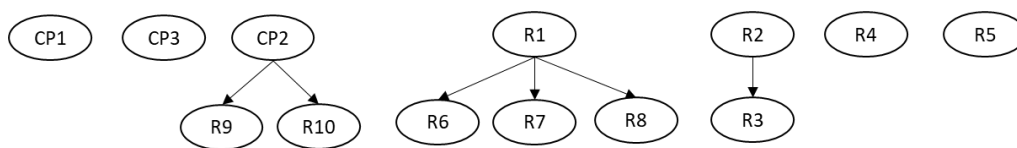
Foram feitas pesquisas com 10 professores-pesquisadores, sendo o tipo de pesquisa representado pelo seguinte fragmento: três entrevistas presenciais; duas entrevistas por telefone; três entrevistas por *e-mail* e duas entrevistas, por *Skype*.

A amostra é considerada não-probabilística, conhecida como amostragem intencional, que, segundo Yin (2016, p.77) “tem por objetivo selecionar as unidades específicas e dispor daquelas que geram dados mais relevantes e fartos, dado o tema do estudo”.

Para esse fim a amostragem em bola de neve se mostrou pertinente visto que vislumbra a seleção de novas unidades de coleta de dados “como desdobramento das já existentes” (Yin, 2016) residindo neste ponto a diferença entre as demais formas conhecidas, uma vez que no desenrolar da entrevista permite-se conhecer pessoas que podem servir ao propósito da pesquisa ao dominar o tema proposto e que, para YIN (2016) possuam “informações adicionais relevantes ao estudo”.

A Figura 23 apresenta a rede de interação a partir das indicações dos respondentes:

Figura 23 – Rede de indicações



Fonte: O autor (2017)

### 3.3.1 Limitações da pesquisa

As limitações observadas ao longo da pesquisa foram muitas. Em 2016, com a crise política do Brasil, foram concretizadas mudanças nas estruturas organizacionais dos principais centros de pesquisa contatados, localizados, em sua maioria, no Parque Tecnológico do UFRJ, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro.

Foram feitos contatos, com 7 centros de pesquisa especializados em energia, com o aceite de todos para a participação na pesquisa quando da apresentação do projeto de tese. Porém, quando se procurou ratificar os convites para entrevistas, apenas 3 reafirmaram o aceite, levando a um novo período de contato, que durou novos seis meses. Nesse ínterim, gestores foram trocados. Em um deles o gestor foi trocado seis vezes no prazo.

Dado o momento, os entrevistados solicitaram sigilo de identificação, bem como não puderam disponibilizar dados das inovações realizadas pelos centros, comprometendo a validação da TRL, que ficou limitada aos questionamentos ao longo da entrevista e exposta na discussão dos resultados. Não usar a TRL foi uma das limitações que surgiram ao longo da pesquisa.

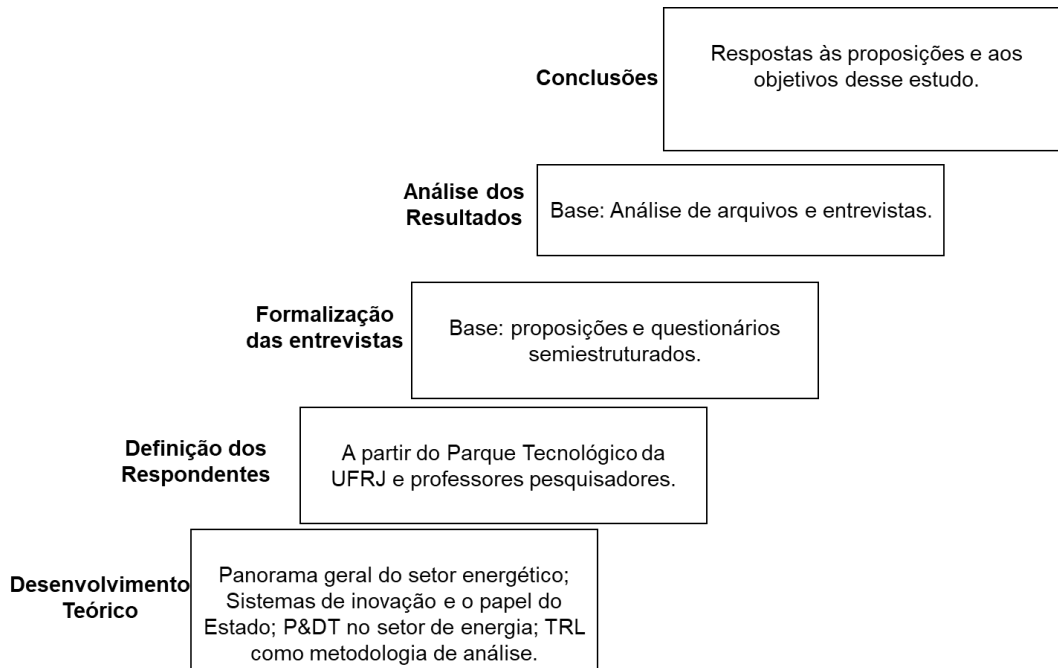
Foram iniciados entendimentos para que professores pesquisadores no segmento realizassem as entrevistas. 92 foram contatados, somente 9 retornaram. Nem todos os retornos se mostraram satisfatórios, ocorrendo episódios de marcação de entrevista por *Skype*, tendo ficado o entrevistador ao dispor dos entrevistados por quase duas horas sem sequer um retorno de contato ou justificativa para ausência. Expressões como “não tenho tempo”, “questionário longo”, “não interessa”, “não posso comentar dada minha posição na empresa”, “não posso falar pela empresa”, foram as mais comumente citadas. Os contatos ao longo de dois meses geraram mais de 400 e-mails enviados.

Cabe especial ressalva o fato de que representantes do setor público que atuam no segmento energético brasileiro, quando convidados a participar da pesquisa, não retornaram contato ou recusaram-se a participar da pesquisa.

### 3.4 Tratamento e análise dos dados

A partir da estrutura proposta para esse trabalho, construiu-se o arcabouço do estudo, expresso na Figura 24:

Figura 24 – Procedimentos para coleta de dados



Fonte: O autor

Da Figura 24 depreendeu-se a estrutura para realização da pesquisa, do desenvolvimento teórico à análise dos questionários expostos no apêndice “A” do presente trabalho.

Para fins de estudo, um protocolo serviu de alicerce para a obtenção dos resultados esperados, como cita Yin (2005). Com base em Baptista (2012) terá sua estrutura formatada tal qual exposto no Quadro 35:

Quadro 35 - Protocolo de coleta de dados

Possibilidades de construção da pesquisa	Indicadores de coleta
Acesso a documentos	- Legais (composição e formalização da empresa) - Relatórios de Atividades
Visitas às dependências	- Análise do ambiente - Análise dos produtos/serviços
Entrevistas (estruturadas ou semi)	- Espontâneas ou focais - Aprofundamento da análise acerca do desenvolvimento de pesquisa, interação governamental, destinação dos esforços de P&D, capacitação pessoal.

Fonte: O autor, com base em Yin (2005)



Todos os processos elencados nesta etapa objetivam a aproximação do pesquisador com o objeto a ser estudado, compreendendo um rol de técnicas nas quais se destacam a análise documental, observação direta e entrevistas – cujo modelo “semiestruturado” é apresentado nos apêndices “A” e “B” deste trabalho. Nessa etapa, entrevistas com os contatos designados e a observação direta por parte do pesquisador se fizeram relevantes para o sucesso da pesquisa.

Yin (2005) retrata seis pontos de evidência para o estudo, que deverão servir de norte para a efetivação do trabalho proposto, aqui representados pelo Quadro 36:

Quadro 36 - Fonte de evidências para o estudo

<b>Fonte de Evidências</b>	<b>Pontos Fortes</b>
Documentação	Pode ser revisada, contém nomes e referências e possui ampla cobertura.
Registros em arquivos	Podem ser revisados, contém nomes e referências e possui ampla cobertura.
Entrevistas	Enfocam diretamente o tópico do estudo de caso e fornecem interferências causais percebidas.
Observação direta	Tratam do acontecimento em tempo real e tratam do contexto do evento.
Observação participante	Tratam do acontecimento em tempo real e tratam do contexto do evento, melhor perspectiva em relação a comportamentos.
Artefatos físicos	Percepção acerca dos aspectos culturais e em relação às operações técnicas.

Fonte: Yin (2005)

Segundo Yin (2005, p.137), os seis pontos descritos no Quadro 36 consistem em “examinar, categorizar, classificar em tabelas e combinar evidências quantitativas e qualitativas” de uma pesquisa.

Desta forma, a técnica de coleta de dados compreendeu (OLSEN, 2015):

- Entrevista
- Transcrições
- Codificações
- Interpretações

Na fase de transcrição, estabelece-se o tratamento dado ao material colhido ao longo das etapas anteriores, concretizando-se, assim, o registro, análise e interpretação dos dados pautados nas proposições definidas como objeto de

pesquisa (BAPTISTA, 2012). Nesta etapa, estabelece-se um conjunto de estratégias de análise conforme apresenta o Quadro 37:

Quadro 37 - Estratégias gerais de tratamento de dados

Estratégias	Forma de análise
Baseadas em Proposições Teóricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devem refletir o conjunto da pesquisa</li> <li>- Ajuda a focar nos dados específicos da pesquisa</li> <li>- Ajuda a definir explicações alternativas</li> </ul>
Baseada em Explicações Concorrentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servem como suporte às proposições</li> <li>- Avaliam a influência de outra variável que não esteja na proposição inicial</li> </ul>

Fonte: Yin (2005)

Como salienta Yin (2005), a forma pela qual se conduz este estudo leva a uma estratégia analítica geral, que fundamenta o tratamento de dados e facilita a condução do trabalho, assertiva essa que ratifica a premissa de que o pesquisador deve ir além do que é explícito na análise, evitando criar uma tendência “formal” de que todas as análises sejam iguais, indo além do que não se identifica, do que aparenta ser e que constituirá o cerne da pesquisa (PITTERI, 2012).

O tratamento de dados se deu pela análise de conteúdo usando o *software* MAXQDA, que permitiu agilidade no processo de análise, bem como a contribuição para facilitar a organização e armazenagem dos arquivos disponibilizados após as entrevistas, obedecendo à seguinte normatização: nomeação de um texto; identificação de um segmento do texto; procura do texto na base de dados e codificação para análise (CRESWELL, 2014). Para efetividade da análise da pesquisa, a seguinte padronização será realizada (COOPER; SCHINDLER, 2008):

a. Edição - para se detectar erros e omissões, garantindo a acurácia dos dados, consistência e anotações pertinentes;

b. Codificação – atribuição de números ou símbolos para as respostas, para agrupamento em classes ou categorias, permitindo uma análise mais eficiente.

Desta maneira, segundo os autores, a análise de conteúdo se justifica como técnica de pesquisa, por permitir uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa de um conteúdo manifesto através da comunicação.

Quando da visita para apresentação das propostas dessa tese, seus objetivos e expectativas de resultados, um representante de centro de pesquisa e um professor-pesquisador foram contatados com o objetivo de, nessa apresentação,

validar o instrumento de coleta de dados. Feitas as devidas correções, produziu-se o questionário final, disponível nos apêndices “A” e “B” deste estudo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO TEÓRICA

Esta tese teve como objetivo investigar as prioridades, concentrações e direções dos esforços de inovação do setor de energia, tendo por fonte de informação três centros de pesquisa com base no Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Ilha do Fundão, relevante centro de formação de conhecimento e tecnologia para o setor de energia, e um conjunto de dez professores pesquisadores na área. A apresentação dos resultados obtidos está disposta na ordem dos eixos teóricos debatidos e nos instrumentos de campo.

### 4.1 Caracterização do Campo da Pesquisa

Foram contatados 3 centros de pesquisa com as seguintes características: um Centro de pesquisa com perfil público atuante no setor de óleo e gás; um Centro de pesquisa com perfil público atuante no setor elétrico; um Centro de pesquisa com perfil privado atuante nos setores de óleo e gás e eólico - solar. Dado o perfil da pesquisa, foram contatados também 10 professores-pesquisadores que atuam ou atuaram em centros de pesquisa ou empresas do segmento de energia, cujo perfil se apresenta no item 4.2, Quadro 38, deste estudo.

### 4.2 Perfil dos Respondentes

O Quadro 38 apresenta o extrato do perfil dos entrevistados, por gênero, a forma como foram identificados, pela formação e a experiência no setor estudado.

Quadro 38 – Perfil dos entrevistados

Indivíduos	Sexo	Titulação	Experiência no setor de Energia (anos)	Formação Graduação	Posição Organizacional	Natureza Da Instituição
CP1	M	Doutor	20	Engenharia	Estratégico	Publica
CP2	M	Doutor	7	Engenharia	Estratégico	Privada
CP3	M	Doutor	20	Engenharia	Estratégico	Publica
R1	M	Doutor	15	Engenharia	Estratégico	Publica
R2	M	Doutor	20	Economia	Estratégico	Privada
R3	F	Doutora	20	Engenharia	Estratégico	Publica
R4	M	Doutor	7	Engenharia	Tático	Publica
R5	F	Mestre	10	Engenharia	Tático	Publica
R6	M	Doutor	10	Engenharia	Tático	Publica
R7	M	Mestre	9	Economia	Estratégico	Publica
R8	M	Doutor	10	Engenharia	Estratégico	Publica
R9	M	Mestre	8	Engenharia	Tático	Privada
R10	M	Mestre	15	Engenharia	Tático	Privada

Fonte: O autor

### 4.3 Resultados Obtidos

A investigação qualitativa partiu da revisão da literatura proposta nesse estudo, bem como do levantamento bibliométrico, que formou o alicerce teórico que contempla a matriz energética, a participação do Estado no processo inovador do setor elétrico nacional, a P&DT no setor de energia e, por fim, a mensuração da TRL em projetos na área de energia.

Como apresenta o Quadro 39, os eixos teóricos compõem a estrutura da pesquisa, e fundamentaram as questões das entrevistas, visando identificar como o setor energético brasileiro direciona os esforços de inovação.

Quadro 39 – Distribuição da análise por eixos de pesquisa

Eixo Teórico	Aspectos Investigados	Finalidade do Estudo
Matriz Energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Analisar o custo da fonte energética – renovável e não-renovável;</li> <li>•Mensurar os riscos das fontes geradoras;</li> <li>•Inovação para eficiência energética;</li> <li>•Contextualização da P&amp;D relacionada à Matriz Energética.</li> </ul>	Caracterização do arcabouço teórico sobre o qual se configura a Matriz Energética brasileira, elemento relevante para o incremento da competitividade nacional, a partir da percepção dos entrevistados.
Inovação e o Papel do Estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Avaliação das políticas públicas para o setor;</li> <li>•Iniciativas inovadoras do setor privado;</li> <li>•Papel do Estado como fomentador de inovação no setor energético;</li> <li>•Participação do Estado em projetos da empresa;</li> <li>•Pressão do setor público por projetos de interesse nacional;</li> <li>•Descrição do apoio governamental à projetos de inovação.</li> </ul>	Avaliar o acesso e uso de fontes de financiamento público nas atividades de P&DT, bem como a participação do Estado nesse processo, que caracterizam os financiamentos a P&DT no setor energético brasileiro.

P&DT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação do quadro técnico;</li> <li>• Distinção das pesquisas entre “básica” ou “aplicada”;</li> <li>• Caracterização do segmento para o qual as pesquisas estão direcionadas;</li> <li>• Avaliação dos projetos desenvolvidos no âmbito da pesquisa;</li> <li>• Relatar o direcionamento das pesquisas no setor tendo por base a estratégia de inovação para o setor e as tendências das pesquisas no setor energético.</li> </ul>	Mapear as direções dos esforços de pesquisa segundo a natureza das pesquisas em andamento promovidas pelos centros de pesquisa.
TRL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o grau de maturidade dos projetos desenvolvidos pelos centros de pesquisa do setor energético</li> </ul>	Mapear as variáveis que impactam os projetos inovadores desenvolvidos pelos centros de pesquisa para o setor energético.

Fonte: O autor

A partir das respostas dos entrevistados foram criados vínculos de categorias dentro das premissas dessa tese, por frequência de resposta aos questionamentos e que produziu a Figura 25, na qual “quanto maior o círculo, maior a frequência de resposta do entrevistado em cada uma das categorias” (RESCH, 2016). As frequências obtidas através das respostas foram importante elemento de validação que contribuiu para a criação de um modelo conceitual explicativo ao final de cada bloco de pergunta.

Figura 25 - Frequência por categoria



Fonte: A pesquisa.

\* ME – Matriz Energética

\* ER – Energias Renováveis

A partir de então, seguiu-se o proposto por Resch (2016) e exposto nas etapas a seguir:

1. Identificar as ideias dos textos, conhecendo melhor os dados da pesquisa;
2. Categorização, com intuito de dar sentido às ideias descritas nas entrevistas, servindo como rótulo para as expressões citadas; e
3. Geração de códigos pelo agrupamento das entrevistas em eixos temáticos.

Nessa etapa, 14 códigos, apresentados no Quadro 40, foram criados com seus respectivos vínculos apontados após a análise das entrevistas.

Quadro 40 – Sistema de Códigos do MAXQDA

<b>Sistema de Códigos</b>	<b>260</b>
Área da atuação no segmento energético	12
Tendências das pesquisas	24
Destinação dos projetos no setor	14
Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	6
Segmento de pesquisa	14
Estratégia de inovação para o setor	20
Característica da pesquisa	14
Formação profissional	23
Participação estatal no setor	44
PP para o setor de energia	22
Importância da Energia Renovável na Matriz Energética	13
Fins da pesquisa em energia	18
Matriz energética Risco	18
Matriz Energética Custo	18

Fonte: O autor

Nessa análise foram gerados 207 códigos, cujos vínculos estão apresentados no anexo A deste trabalho. Apresentada no capítulo 2, a Matriz Energética tem nos resultados da pesquisa relevantes considerações. A proposição de sua investigação apresenta que a natureza das mudanças oriundas do marco regulatório nacional foram elementos de impulso para a inovação ao longo do processo produtivo da cadeia de energia, contribuindo para a configuração de uma nova Matriz Energética Nacional.

#### 4.4 Respostas Obtidas nas Questões Formuladas

Foram formuladas 16 questões para os centros de pesquisa e 15 para os professores pesquisadores. As perguntas foram baseadas em uma pré-categorização com base na revisão teórica feita nesta tese, em relação aos seguintes eixos teóricos: Panorama Geral do Setor Elétrico Brasileiro – Matriz Energética; o sistema de inovação no setor de energia e o papel do estado; P&DT no Setor de Energia; e a TRL como metodologia de Análise

##### 4.4.1 Questões Bloco 1 - Matriz Energética

A Questão 1 trazia como interesse de investigação a percepção dos entrevistados acerca da matriz energética sobre fatores como, custo da fonte, riscos e incertezas das fontes geradoras e estímulo à inovação, em razão da direção dada às pesquisas no setor.

##### Quadro 41 - 1ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética

Questão 1: A definição da ME depende de fatores como: custo da fonte, riscos e incertezas das fontes geradoras e estímulo à inovação. Qual a importância de cada um desses elementos para a configuração de uma nova ME?

Fonte: A pesquisa

Ao se questionar a importância de cada um desses elementos para a configuração de uma nova ME, obtiveram-se as assertivas narradas a seguir.

Os entrevistados salientaram o custo das fontes como elemento primordial para a continuidade do Brasil como referência internacional em energias renováveis e mesmo não-renováveis. O risco também foi expressão recorrente e que foi codificada dentro do sistema de códigos gerados pelas entrevistas.

O entrevistado 9 manifestou preocupação com questões ambientais no âmbito da geração energética, o que representa uma necessidade de avaliação da forma pela qual se obtém o recurso necessário para fornecimento: “A gente verificando a matriz energética brasileira hoje, a gente percebe que ela é fundamentalmente gerada através da energia hidroelétrica que, porém, traz grandes impactos no meio ambiente e mesmo nas comunidades que por ventura tenham que ser deslocadas”.



Para o entrevistado 9, o custo é fator preponderante para a diversificação da matriz energética: *“O impacto dos custos nisso é extremamente considerável”*. Reforçando ainda que *“A gente hoje, apesar de todas as, os desenvolvimentos de novas tecnologias em energia eólica, em energia solar, em energia das marés, a gente sabe que elas ainda têm um custo relativo. Quando a gente tiver que desenvolver isso em grande escala, o custo relativamente talvez não proibitivo, porém não competitivo com as outras matrizes energéticas que a gente tem hoje que são geradas através das hidroelétricas ou de combustíveis fósseis, como as usinas termoelétricas”*.

Finaliza o entrevistado 9: *“O Estado hoje está tentando organizar o mínimo da matriz energética, tentando fazer com ela fique pelo menos funcionando a um custo razoável, que hoje isso está muito difícil e isso acaba impactando toda a matriz industrial que vem depois da matriz energética”*.

O entrevistado 10 acredita que uma nova configuração da matriz energética depende de ações governamentais. No que tange aos fatores, o entrevistado 10 revela que: *“Fora do governo, a iniciativa privada faria sua análise de viabilidade comercial através do ganho/retorno ao seu investimento onde todos os elementos têm pesos neste cálculo, mas o principal ponto de partida que temos é o custo da fonte x risco que ela envolve, sendo este risco desde a captação do recurso até a instabilidade das regulamentações que estão nas cercanias do projeto”*.

Entrevistado 8 salientou o binômio custo-risco: *“eu entendo que o principal fator aqui é o binômio custo e risco”*. Justifica o entrevistado 8 o fato do investimento nas inovações em curso não trazerem potencial de mudança radical para a matriz energética: *“Eu não acredito que investimento em inovação, nesse momento, vá surtir resultados para uma mudança imediata na matriz energética, né. Você pode observar, principalmente, as questões associadas à fotovoltaica, né, energia solar, e eólica, né. Você tem algumas pequenas regiões que são influenciadas por essas fontes, mas as influências não são substanciais a ponto de você ter uma... uma movimentação econômica significativa”*. Justifica o entrevistado 8: *“Quando você fala de exploração de novas reservas, né, e de novos horizontes aí exploratórios, o olhar todo é para os riscos associados de você crer, no que diz respeito a você conseguir acessar ou não aquele horizonte. Depois, o risco associado ao próprio processo de exploração, da construção do poço, enfim, associado aos acidentes e, obviamente, que você tem tudo isso dentro da área específica de óleo e gás, que são os custos*

*associados ao horizonte brasileiro”* O entrevistado 8 traduziu esse pensamento ao ser indagado de sua percepção acerca da inovação no setor energético brasileiro, que deverá trazer subsídios para o crescimento e o desenvolvimento econômico do país.

Entrevistado 2: *“Nossa Matriz Energética não contemplava as gerações eólicas. Hoje, é a que mais cresce devido única e exclusivamente ao fator custo. A partir do momento em que se tiver um payback razoável dos projetos eólicos é a fonte energética que mais tende a deslançar”*.

Entrevistado 7: *“O custo da fonte energética é importante, pois ao mesmo tempo que indica a quantidade de recursos necessários para explorá-la, também pode viabilizar fontes alternativas que retratem uma relação custo/benefício melhor. Entende-se como benefício, nesse caso, não somente o menor custo por unidade de energia gerada, mas também o menor custo de acordo com a qualidade da energia gerada (poder calorífico) ”*.

Entrevistado 4: *“O custo da fonte pode inviabilizar um projeto, caso o cenário econômico não seja favorável para sua exploração. Projeto de análise de risco para algumas fontes de energia é ponto essencial. Como exemplo, temos o Petróleo extraído em grandes profundidades”*.

Há, na afirmativa do entrevistado 4, importante ponto de inflexão que remete à inovação dentro da Matriz Energética, salientando o mesmo que *“a inovação visa a exatamente diminuir custos, aumentar segurança da exploração reduzindo riscos e viabilizar a exploração de fontes de energia até então inalcançáveis por falta de tecnologia”*

O entrevistado 5 traz para a discussão o aspecto regional da matriz energética e a relaciona de forma pertinente ao custo de exploração.

Entrevistado 5: *“No Brasil, ainda se privilegia o uso de hidrelétricas como fonte de energia, seja pelo volume de água que temos, seja pelo incentivo que é dado pelo governo. Agora se pensarmos em termos de energia renovável, e se considerarmos que o nosso país tem regiões bastante diferenciadas, veremos que o ideal é buscar o potencial de cada região e lá utilizar a melhor matriz possível. Temos bons estudos em todas as áreas, já conhecemos as formas de utilização, agora o que se precisa é de incentivo, para que as fontes que são pouco utilizadas recebam incentivos para uma melhor utilização”*.

O entrevistado do centro de pesquisa 1 contextualizou essa questão de maneira abrangente: *“Você tá falando de alguns pontos que dependem de alguns aspectos estritamente técnicos. Também o aspecto técnico seria da parte daquilo que nós trabalhamos aqui, o foco principal do ponto de vista de realização de um projeto: aquilo que é possível construir a um custo razoável. Agora tem outros aspectos, e que são levados em conta, como o efeito na sociedade e as restrições daquilo que você pode construir, que afetam as decisões e a própria política que o país utiliza pra ver aonde ela quer chegar”*.

O entrevistado 6 ressaltou a forma lenta com que se desenvolve o setor energético brasileiro, e também o fator custo como relevante para o incremento das ações no setor: *“A gente tem custo elevado, mas ainda assim é gritante você investir na exploração dessas fontes”*.

Especial distinção também foi feita pelo entrevistado 5, no que tange à energia eólica como fonte de futura exploração: reforçou-se a preocupação de custeio para o projeto eólico nacional levantado pelo entrevistado 2 e também se inferiu sobre como a inovação pode trazer benefícios para a implantação de um parque eólico, no caso de vir a ser priorizada, aproveitando-se as características regionais.

Entrevistado 5: *“Eólica, ainda é cara, os painéis, a colocação, a falta de entendimento de seu correto uso, entre outras. É possível se falar em inovação, desde que se estabeleça as relações de melhor uso para cada região”*.

Esse pensamento é reforçado pelo entrevistado do centro de pesquisa 1: *“O Brasil continua avançando do ponto de vista da geração hidráulica – hoje nossa matriz energética é representada por 85% de força hidráulica - o país está forte nesse setor, e a tendência agora é obviamente da geração solar que tem muito no Brasil, que possui mapas de vento atualizados e a tendência no Brasil é realizar estudos também em termos de energia do vento e algumas outras fontes menores que tem a ver com biomassa e outros aspectos, porque um centro de pesquisa não pode apenas ficar numa linha de atividade”*.

O potencial de expansão do fornecimento sugere que cada vez mais investimentos sejam feitos no setor. Diante desse fato, as incertezas quanto às fontes geradoras de energia – sua capacidade produtiva – também é componente relevante para a perenidade energética brasileira.

Entrevistado 4: *“Pode-se encontrar grandes volumes de óleo, mas as condições impostas pelo meio para atual tecnologia podem gerar um risco tão alto que se decida por adiar a exploração até que a tecnologia aumente a segurança”.*

Manifesta similar preocupação quanto ao espaço definido entre tecnologia e geração o entrevistado 3: *“Fatores econômicos estão atrelados a fronteiras tecnológicas envolvendo inovações no setor”.*

O mesmo pensamento tem o entrevistado do centro de pesquisa 2, que afirma: *“Principal fator é o risco. Veja que a questão hidráulica é uma fonte renovável barata. Não paga pela fonte primária, não paga pela água, então eu acho que isso meio que nos obriga a diversificar a matriz energética.”*

O entrevistado do centro de pesquisa 2 acredita que a inovação na exploração de novas fontes pode levar as futuras pesquisas para um novo patamar em termos de custo: *“Por conta do risco, a inovação tecnológica passa a ter uma importância fundamental justamente para te permitir ir por caminhos diferentes. A forma de gerar energia pode ser diferente; difere de elemento para elemento, trazendo para análise o custo da fonte, que está muito relacionado com uma inovação tecnológica; é isso que eu vejo. A inovação traz a tecnologia e reduz o custo da geração, mas não é o principal. O risco ainda é grande para deixar de ser mensurado”.*

Ainda o entrevistado 2 levanta uma questão de origem histórica para explicar a incerteza das explorações no setor de energia: *“O Brasil precisa ter certeza energética, o problema é viver na incerteza energética. Agora vamos trabalhar para melhorar e corrigir e tentar atender o que o mercado pede. Redução de custo, no meu entendimento, faz com que se foque em uma matriz energética única, o que é muito ruim e dependente estrategicamente”.*

Já o entrevistado 1 foi sintético em sua análise, mas apresenta argumento que ratifica a preocupação quanto aos riscos e incertezas advindas da Matriz Energética brasileira.

Entrevistado 1: *“Para uma nova Matriz Energética, deve-se considerar os fatores ‘risco e incerteza’ dentro de graus de importância, de acordo com cada tipo de produto que pretende incentivar sua exploração, sendo o risco e o custo os mais relevantes frente aos demais”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 3 alinha sua consideração com base no alto custo: *“O custo alto é um diferencial. Há uma incerteza muito grande quanto à*

*finitude dos renováveis, e, por conta disso, incerteza em se avaliar qual a tecnologia seria mais apropriada para o investimento que se pretende fazer”.*

Um ponto importante realçado pelo entrevistado 7 incluía a preocupação com as fontes oriundas de energia hidráulica, único entrevistado a fazer uma relação direta do binômio ‘risco x incerteza’, no tocante aos impactos para a matriz energética brasileira, com base em questões relativas à distribuição.

Entrevistado 7: *“A fonte geradora deve prover segurança à oferta de energia, logo os riscos – custos de exploração – e incertezas – potencial da reserva – devem ser levados em consideração para a escolha da fonte energética. Tecnologia, capacitação e recursos financeiros são fundamentais para garantir a produção de energia. No entanto, em algumas delas, como na hidrelétrica, elementos climáticos, além dos já citados, podem influenciar negativamente, sendo necessário ter sistemas alternativos de geração de energia”.*

Ainda neste primeiro bloco de questões constantes do eixo matriz energética, indagou-se acerca do estímulo à inovação para o incremento da matriz energética do Brasil. As respostas convergiram para a necessidade da continuidade do investimento, tornando o Brasil menos dependente dos combustíveis fósseis e menos suscetível às condições climáticas que possam impactar negativamente a matriz energética, incluindo nesse cenário a crise político-institucional pela qual passa o país.

O entrevistado 5 considera *“possível se falar em inovação, desde que se estabeleça as relações de melhor uso para cada região”.* De acordo com o entrevistado 3, *“para o desenvolvimento de uma nova matriz energética o estímulo à inovação é essencial”.*

Importante salientar que a inovação permite vislumbrar novo panorama para o setor, a partir do momento em que se desenvolvem processos, produtos ou sistemas que incrementem ou substituam os modelos atuais, como reforça o entrevistado 4:

Entrevistado 4: *“A inovação visa a exatamente diminuir custos, aumentar segurança da exploração, reduzindo riscos, e viabilizar a exploração de fontes de energia até então inalcançáveis por falta de tecnologia”*, posicionamento que encontra eco na afirmativa do entrevistado 7: *“O estímulo à inovação é essencial para que possam ser desenvolvidas não somente maneiras mais eficientes de produção de energia a partir de fontes tradicionais, como o desenvolvimento para a exploração de novas fontes energéticas”.*

A questão 2 trouxe a necessidade de compreender se as pesquisas se dão pela busca de novas fontes/processos/equipamentos em energia; se os centros de pesquisa buscam inovação em produto; se as pesquisas são conduzidas para consumo próprio, ou seja, consumo residencial e industrial ou se as pesquisas indicavam a comercialização de excedentes energéticos, o que produziu as afirmativas apresentadas a seguir.

#### Quadro 42 - 2ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética

Questão 2: Qual a finalidade da pesquisa em novas fontes energéticas: buscar uma inovação em produto? Consumo próprio? Ou comercialização de excedentes?

Fonte: A pesquisa

Analisando-se as respostas, houve ligeira prevalência para a pesquisa com fins para consumo próprio, frente à pesquisa com fins de comercialização de excedentes. No que se refere à pesquisa para fins de consumo, obteve-se as seguintes declarações:

Entrevistado 3: *“Para o caso brasileiro, as pesquisas estão focadas no consumo próprio, visto que somos importadores de energia. Vide caso de Itaipu, no qual compramos energia excedente do Paraguai e o despacho de térmicas que produzem energia cara e de forma ineficiente, haja vista que nossa produção nacional não é suficiente para suprir o mercado interno”*.

Entrevistado 4: *“Para o consumo próprio”*.

Entrevistado 1: *“Estes questionamentos são relativos, e depende do patrocinador. De maneira simplificada, pode-se dizer que a finalidade mais premente seria o consumo próprio”*.

Por “patrocinador”, depreende-se a empresa ou órgão de interesse em projeto específico.

Para o entrevistado 8, a dependência dos combustíveis fósseis ainda é grande, bem como a necessidade de geração para segurança energética. Salienta esse entrevistado que *“Eu acho que é uma questão do processo de geração, propriamente dito. Você veja que a área necessária para você ter uma geração compatível com o que temos hoje, no caso da fotovoltaica, é uma área muito grande... Então, pra você conseguir ter uma tecnologia bem consolidada, pra*

*conseguir garantir um fornecimento seguro, seguro no sentido não de acidente, mas no sentido de você garantir o fornecimento é preciso inovar em produto”.*

O grupo de entrevistados que apontou a comercialização dos excedentes como finalidade principal da pesquisa no setor energético apresentou as seguintes argumentações:

Entrevistado 2: *“Quando fazendo parte do grupo de pesquisa da empresa, nosso maior problema, era o estoque de energia. Por quê? Nós temos um mercado extremamente sazonal. Na época do inverno cai dramaticamente a energia elétrica, o consumo. Isso faz com que o balanço das empresas sofra bastante. Pois então considerávamos a quantidade de água nas barragens como estoque. Como era época de fatura de água, vertíamos todo excedente, o que limitava o estoque e a capacidade de nossos reservatórios, muito aquém das necessidades para enfrentar uma estiagem prolongada, como por exemplo um ciclo de 4 estações, que é igual a um ano. Aliás, provado pelo que está acontecendo em nosso parque gerador. Tirando a Amazônia. Todo o resto do país não tem água para gerar energia”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 3 também ratificou essa tendência.

*“Investimos 80% do nosso esforço na busca de novas fontes energéticas que possibilitem maior oferta de mercado”.*

O entrevistado 5 usa um argumento convincente e coerente para expressar sua opinião: *“Acredito que os estudos em várias frentes estão bastante avançados. O que se precisa é estabelecer um plano de metas para a sua utilização, colocar o privado agindo em parceria com o público, para que haja um avanço na utilização de outras fontes. Essa parceria pode render para os dois lados, o Estado sendo ajudado na sua necessidade de atender as comunidades e as empresas através da comercialização de seus excedentes”.*

Para o entrevistado 7, *“A finalidade é múltipla. Pesquisar e desenvolver novas fontes permite inovar, tornar-se mais eficiente na produção, produzindo mais e melhor, viabilizando maior consumo, com possibilidade de comercializar possíveis excedentes”.*

Um ponto distinto foi levantado pelo entrevistado do centro de pesquisa 1, ao indicar que, por força de lei, não seja possível comercializar suas inovações, indicando que os projetos podem estar diretamente ligados às inovações de produto: *“Por sermos, por natureza, uma entidade civil sem fins lucrativos, não se pode*

*comercializar nada. Não nos cabe, tendo desenvolvido uma solução de engenharia, botar no mercado. Nossa constituição não permite isso”.*

Uma temática que serve de discussão também foi levantada, quando da entrevista presencial, com o entrevistado do centro de pesquisa 1: *“Quando a gente fala de pesquisa, desenvolvimento e inovação, eu ia até perguntar porque a parte de inovação ela é muito discutida em relação ao que significa... pesquisa e desenvolvimento, né... acabaram de nos falar que há uma diferença, pois, pesquisa e desenvolvimento é transformar dinheiro em conhecimento. A inovação é diferente: é transformar o conhecimento em dinheiro”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 2, cujo foco principal é a prestação de serviços, tem uma visão distinta dos demais: *“Nós somos fornecedores de equipamentos. Vendemos equipamentos, desenvolvimento de produto. Comercializamos os produtos. Temos três elementos: vender, desenvolver e comercializar. Temos portfólio, desenvolvimento dos nossos produtos com melhorias, temos a possibilidade de aquisição de outras empresas, olhamos para empresas menores e que possamos comprar. Nesse cenário, também firmamos parceria para desenvolvimento de pesquisa, não necessariamente com universidades, mas com empresas startups e outras menores que estejam dentro do perfil de negócio definido pelo centro de pesquisa”.*

O entrevistado 6 apontou o rumo para a finalidade de pesquisa como a geração de novos produtos. Levou em consideração o entrevistado 6 que produto pode ser entendido não como uma nova fonte energética, mas sim de um produto derivado da pesquisa realizada em novas fontes: *“Então, por exemplo, se você for fazer pesquisa tecnológica, pesquisa e desenvolvimento ou inovação, não é para construir uma nova eólica, mas é pra construir, por exemplo, desenvolver um componente eletrônico. Então, talvez os produtos... e, assim, o produto não é a usina como um todo, mas, assim, uma série de partes, componentes eletrônicos”.*

Na mesma linha de novos produtos segue o entrevistado 10: *“As pesquisas estão em todas as linhas dependendo do momento que o produto, demanda ou incentivos estão sendo aplicados. Entretanto já sabemos que a energia fóssil não conseguirá se sustentar por muito tempo da maneira que está hoje, por isso acredito que, dadas as novas tecnologias, como o carro híbrido, a busca por novos produtos será mais acentuada”.*



O entrevistado 9 acha todas as variáveis importantes” *Com relação ao consumo próprio, passa também pela inovação do produto, ou seja, a única maneira que a gente pode ter o consumo próprio sendo colocado em prática é que se a gente tiver produtos que sejam capazes de serem colocados nas mãos dos consumidores pessoas físicas, de forma que eles possam gerar a sua própria energia”. “o que eu acho que talvez seja mais interessante dessas situações – comercializar excedentes - são as prováveis inovações de produtos correlatos que vão influenciar a matriz energética”.*

Não houve concentração entre inovação, consumo e comercialização, mostrando que não há um viés único da finalidade de pesquisa, o que indica que os projetos são oriundos das perspectivas estratégicas de cada empresa ou centro de pesquisa.

A questão três desse bloco trouxe para a discussão a percepção dos entrevistados, no que concerne aos projetos baseados em energia renovável e como estes poderão contribuir para solucionar a dependência dos combustíveis fósseis na Matriz energética, objetivando também mensurar a finalidade da pesquisa no segmento, se está voltada para a geração de conhecimento ou geração de tecnologia, o que produziu as declarações expostas a seguir.

#### Quadro 43 - 3ª Questão – Bloco 1 - Matriz Energética

Questão 3 - Como projetos baseados em energia renovável poderão contribuir para solucionar a dependência dos combustíveis fósseis na Matriz energética? Mapear a finalidade da pesquisa: geração de conhecimento ou geração de tecnologia?

Fonte: A pesquisa

Por não trabalhar nesse segmento, o entrevistado do centro de pesquisa 1 absteve-se da resposta.

O entrevistado 10 fez pertinente exposição sobre o tema requerido: *“Os projetos de energia renováveis (solar e eólica) ainda são considerados de reserva, uma vez que nosso potencial hídrico é enorme. Porém quando pensamos nas termoelétricas que consomem diesel estes projetos podem ajudar em muito diminuir o consumo destes combustíveis fósseis, atuando diretamente no custo da energia gerada. Outro ponto importante é que estes projetos podem estar próximos às áreas*

*de consumo evitando grandes investimento em linhas de transmissão, sem mencionar na ajuda para desafogar o sistema priorizando áreas de atuação”.*

O entrevistado 9 trouxe para a questão notória preocupação sobre a destinação das pesquisas no Brasil. Expõe essa preocupação através da assertiva de que *“Acaba sendo uma geração de conhecimento e que nem sempre essa geração de conhecimento agrega valor à geração tecnológica. Porque? Porque não existe na fundamentação da pesquisa uma necessidade de se resolver o problema real das indústrias e das empresas”.*

Salienta o entrevistado 9 a necessidade de interação Universidades e empresas, aqui de certa feita com discurso alinhado ao de outros entrevistados, como o entrevistado 6, o que significa: *“A gente não tem no Brasil uma ligação muito grande das universidades com as empresas e as empresas investindo fortemente em pesquisa e desenvolvimento em inovação, a gente acaba tendo então uma geração de conhecimento as vezes até razoavelmente boa, porém pouco utilizada em soluções práticas, que é talvez o que a gente mais precisa nesse momento”.* Assim, o entrevistado 9 acredita que os projetos baseados em novas fontes energéticas terão mais propensão a mitigar a dependência fóssil no país: *“Existe uma necessidade que a gente tenha que aglutinar mais essas duas forças, para que a gente possa aproveitar mais”.*

Para o entrevistado 8, a demanda por projetos ainda é latente e direciona os esforços de investimento no setor, reforçando que a geração de tecnologia advém do uso intenso do conhecimento adquirido: *“Essa geração de conhecimento que você busca, que os conhecimentos que você está gerando, eles estejam alinhados com as demandas do país como um todo. Por isso essa necessidade de você ter uma interação universidade x empresa, para que você consiga estar fazendo a transferência do conhecimento, que esteja alinhado às demandas, digamos, nacionais, em termos de empresa. Mas, falando do ponto de vista de Brasil, eu acho que é uma questão cultural, né. Enquanto que, nos Estado Unidos, você vê que um universitário, quando ele se torna um empresário, ele retorna para universidade pra fazer um investimento em pesquisa pra melhorar economicamente a sua empresa, aqui no Brasil isso não acontece”.*

O entrevistado 1 destacou a necessidade de geração limpa com fins sustentáveis como contribuição para mitigar a dependência dos combustíveis fósseis, ratificado por sua afirmativa: *“Sem dúvida (a geração de energia limpa e*

sustentável) de maneira muito significativa, pois reduz a redução da camada de ozônio e a dependência de combustível fóssil oriundos da exploração. Entretanto, existem pressões internacionais para que se tenham preferências pelo combustível”.

O entrevistado 3 foi técnico: “Sendo caracterizado como uma economia ainda em desenvolvimento, o Brasil está aberto a todos os tipos de energia. A entrada de energias renováveis pode vir a solucionar o nosso problema como o despacho de termoelétricas e quiçá diminuir a dependência dos derivados de petróleo”.

A relação ‘custo x sustentabilidade’ também foi alinhada no discurso do entrevistado 7: “Não necessariamente essa dependência será zerada, mas ela pode ser bastante reduzida. O investimento em fontes renováveis pode se mostrar extremamente atraente, dependendo do custo envolvido na produção. Para os combustíveis fósseis, esse custo mostra-se crescente, em função do custo tecnológico envolvido, sendo mais difícil a sua exploração e produção. Outras fontes renováveis, como a solar e a eólica, por exemplo, têm se mostrado cada vez mais atraentes, justamente por serem fontes perenes na natureza”.

O entrevistado 7 salienta também o aspecto ambiental para justificar seu ponto de vista: “Outro elemento fundamental é a questão ambiental. Fontes energéticas renováveis costumam ser, ambientalmente, menos agressivas, e geram menores externalidades negativas, se comparadas à exploração e produção de combustíveis fósseis”.

O entrevistado 6 realça que no Brasil a indústria não caminha junto com a Universidade, o que compromete a pesquisa no setor. Para o entrevistado 6 “A gente gera conhecimento, mas esse conhecimento acaba não virando tecnologia, sabe?”

Ainda o entrevistado 6 lembrou que o investimento realizado na esfera do pré-sal colocou em segundo plano o investimento mais direcionado para os outros segmentos energéticos, para quem “a Petrobras, nesse período... nesse período em que ela esteve em crescimento... eh... ela investiu muito em universidades... tem recordes de... de exploração de petróleo em águas profundas, né... a Petrobras empresa, ela mesma desenvolve muito pouca coisa. Ela contrata, né... então, esse é um bom exemplo de uma parceria universidade-empresa, como pode dar certo”

Houve preocupação com o posicionamento de “grupos de interesse”, que encontra respaldo na assertiva do entrevistado 5: “Hoje existe uma dependência maior de algumas fontes, petróleo e hidrelétricas, por conta de uma escolha feita no

*passado, por acordos que não são devidamente respeitados, vide o caso do etanol, que deveria fornecer um combustível de valor mais baixo que a gasolina em termos percentuais, que viabilizaria o seu uso, mas não vemos isso ser a realidade do nosso dia a dia. Como a matriz energética é uma atribuição de planejamento em seu mais alto escalão, e, como existem vários interesses, só vai haver mudança nesse panorama, de forma expressiva, quando colocarem esse assunto em pauta para a solução, tendo como base uma energia mais limpa”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 2 salienta relevante aspecto sobre as fases de geração energética no Brasil, neste quesito, a geração através de fontes renováveis: *“Hoje temos uma segunda fase das energias renováveis: a primeira foi ter custo competitivo; hoje é unânime afirmar que temos que lidar com a intermitência energética”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 2, além de reconhecer a dependência das fontes fósseis como geração de energia, reforça a preocupação de se mitigar as perdas ao longo da cadeia de produção e distribuição como forma de se obter mais segurança energética: *“Combustíveis fósseis te dão certeza da geração, ao passo que as demais – solar, em especial – tem pico de geração e em segundos a geração se perde. Temos que pensar em tecnologia de transmissão, não só geração, pois penso o Brasil estar preparado. A terceira fase é a fase do armazenamento da energia, coisa ainda incipiente hoje. O centro tem relevante atuação na área solar e eólica, ainda engatinhamos. A sociedade vai querer a energia solar, a eólica as pessoas podem não querer. O painel solar é simples e fácil de instalar. O foco é a conveniência da energia. Quando os custos se equacionarem, a sociedade irá adotar as energias alternativas”.*

O entrevistado 4 traz a questão logística como relevante para redução da dependência dos combustíveis fósseis: *“Diminuindo a pressão do mercado por uma produção cada vez maior, devido ao aumento da demanda, e diminuindo custos de logística, pois cada região possui seu potencial energético, não havendo a necessidade de se levar energia produzida de fontes fósseis para regiões distantes”.*

O entrevistado 2 foi contundente em sua análise, trazendo para a discussão, elementos ainda não citados por outros entrevistados, como novas fontes de energia, cujos projetos encontram-se em fase de desenvolvimento: *“Não tem uma solução para curto prazo não. Porque nossa energia renovável no Brasil, nos projetos que eu participei, foram todos para energia termonuclear. Eu acho, no meu*

*ponto de vista pessoal, que é uma energia nociva, não só pelos investimentos que o País fez e faz e por não deter controle da tecnologia para a geração. Então a nossa energia renovável, vamos dizer assim, foi concentrada na termoelétrica, quando eu acho que nós temos outros gerados, a partir de determinados insumos, que poderiam estar ajudando bastante. Por exemplo, nós somos o maior produtor de cana-de-açúcar do planeta. Plantamos, produzimos, processamos, refinamos. Bom, o excedente desse processo, é o bagaço. O bagaço uma vez triturado, seco e soprado em alta velocidade, ele produz um insumo com alto calor. Portanto, ainda inúmeras possibilidades não estudadas, estão por aí”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 3 destaca que o foco de suas pesquisas se concentra no setor de petróleo e gás, trazendo para análise a perspectiva de projetos alinhados à demanda de mercado: *“Nosso foco de trabalho é em petróleo e gás. Sempre olhamos para o horizonte, através do nosso plano estratégico, buscando identificar oportunidades. A partir do momento em que elas são identificadas, antecipamos nossas projeções. Por vezes, temos que providenciar equipamentos que pensamos poder nos dar suporte para a validação das nossas estimativas”.*

Esse questionamento trouxe perspectiva para o cumprimento do objetivo geral dessa pesquisa, ao mostrar que outros elementos, como a geração a partir de pequenas quedas d'água, podem vir a se tornar alternativas energéticas de baixo custo e de cunho regional, reduzindo, assim, a disparidade nacional e fomentando as economias locais, sem comprometer a geração em âmbito nacional.

Pode-se perceber também, como interesse incluso nesse questionamento, que a geração de tecnologia é elemento presente nas afirmativas dos entrevistados, explicado pelo reconhecimento da dependência dos combustíveis fósseis e da perspectiva de futuro em termos de exploração de fontes renováveis de energia.

Um modelo de mapa conceitual foi desenvolvido com o intuito de criar uma rotina que seja de fácil compreensão acerca das premissas preconizadas para o primeiro bloco de questões, que contribua para a compreensão dos objetivos delas advindos, e que está apresentado na Figura 26.



Abrindo o segundo bloco de entrevista, constante no item 2.2 deste trabalho, aborda-se o sistema de inovação e o papel do Estado no setor energético do Brasil, cuja proposição de que as interações público–privadas no setor de energia devem contemplar ações propositivas e/ou modelos de difusão tecnológica e de conhecimento – fruto do relacionamento de distintos atores como garantia da continuidade produtiva frente à infraestrutura atual do setor no Brasil –, está intimamente vinculada a um objetivo específico deste trabalho: o de identificar o acesso e o uso de fontes de financiamento público nas atividades de P&DT, como também o de averiguar quais os elementos essenciais que caracterizam os financiamentos a P&DT no setor energético.

#### 4.4.2 Questões Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado

O segundo tema das entrevistas, conforme eixos teóricos apresentados anteriormente, visou identificar a impressão dos entrevistados sobre a combinação de políticas públicas e a inovação do setor.

#### Quadro 44 - 1ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado

<p>Questão 1 - Como a empresa/professor percebe a combinação de políticas públicas e iniciativas dos setores público e privado no tocante a projetos que incrementem a inovação do setor?</p>
---

Fonte: A pesquisa

Neste panorama, a afirmativa do entrevistado 3 traduz, o pensamento da quase totalidade dos entrevistados: “*Inexistente e insignificante, sendo a maioria das iniciativas conhecidas limitadas ao setor privado*”.

Entrevistado 4: “*Acho insuficientes ainda e muito modestas*”.

Para o entrevistado 9 ela é nula. “*O Estado brasileiro está falido por diversas situações políticas*”.

O entrevistado 10 aponta que o setor é muito dependente do financiamento estatal, em especial por conta dos baixos custos de empréstimos para tal. Salientou o entrevistado 10, preocupação por conta dos recentes episódios da operação lava-jato e a forma como esta poderia impactar os investimentos no setor: “*Em 2017 o futuro já é incerto do centro de pesquisa, pois o mercado brasileiro, sem a atuação do governo via Petrobras e também com o desaquecimento da exploração do pré-*

*sal os recursos minguaram e pouco faz sentido para uma empresa que precisa gerar caixa através de resultados concretos na área de pesquisa aplicada”.*

O entrevistado 6 reconhece a participação de ambos os setores para o incremento da inovação no setor, fazendo distinção entre necessidade e obrigatoriedade de investimentos na área de energia. *”O setor privado, ele tem exigência da lei, então, por exemplo, no setor do petróleo, as empresas têm que investir um percentual da receita em P & D. O setor público é o que investe, né, então... e acaba que, infelizmente, a gente fica muito dependente de... eh... de meta de CNPq, Capes, de fundo, de fundação para pesquisa, sabe”?*

Já o entrevistado 8 indica que, pelo fato de trabalhar com uma grande empresa no setor de óleo e gás, sua visão sobre o questionamento pode ficar reduzida. Fazendo uma reflexão sobre o setor elétrico, em especial, o entrevistado 8 mostrou-se decepcionado com o atual momento para o país, inferindo ele que: *“Há muito tempo ela (a grande empresa) tem programas de relacionamento com as universidades, no intuito, justamente, de trazer inovações, tanto em termos de produto, quanto em termos de processo. Então, eu diria que, em termos de Brasil, na minha visão, a gente está falando de um setor energético, que é o de óleo e gás, que é um ponto fora da curva, né. Porque você não vê de forma tão abundante ou outras áreas do setor energético que tenha esse tipo de iniciativa”.* Complementa o entrevistado 8: *“Então, entra ano, sai ano, as preocupações se repetem e você não vê nenhum tipo de direcionamento para tentar sanar outros problemas. Óbvio que eu sinto isso enquanto consumidor, né. Mas do ponto de vista industrial, para a geração de energia, para a produção, eu mesmo, eu não sei dizer. Eu não tenho conhecimento sobre isso. Você também não vê nos editais das fontes de fomento à pesquisa – CNPq, Capes, enfim – editais específicos pra essa área de energia”.*

Entrevistado 2: *“Nós não tínhamos nenhuma política de governo, setor elétrico começa a ser planejar com vinte anos, nós não tínhamos nenhuma política do governo sinalizando o que nós íamos ter no País depois de vinte anos no País. De uma certa forma, havia uma grande acomodação do mercado a medida que começava a entrar as turbinas de Itaipu. Nós já tínhamos naquela época, são nove, nove, dezoito, doze gerando. Sabendo-se que o Paraguai consumia meia de uma das dezoito, nós tínhamos a nossa disposição dezessete e meia turbinas. Então se falasse assim, nós temos muita energia, temos que construir linhas de transmissão porque a energia vai inundar o País. Naquele momento a gente já gritava que vai*



*faltar energia, que precisamos de vinte anos de planejamento. Nenhuma concessionária no País naquela época em que eu participava das reuniões setoriais tinha planejamento menor do que vinte anos. Porque esse é o timing do setor e hoje a gente sabe, passado esse tempo todo, infelizmente a gente está consolidando algo depois do fato acontecido, ne? Nós não temos plano nenhum para o setor elétrico que ultrapasse dez anos”.*

Já para o entrevistado 1, a questão financeira também pode ser um elemento explicativo da ainda incipiente combinação de políticas públicas e privadas, ao propor que *“lamentavelmente, muito difícil em vista da falta de vontade de ambos os setores de se concretizar algo onde o retorno financeiro é de longo prazo”.*

Incorpora o mesmo pensamento o entrevistado do centro de pesquisa 3: *“Os centros de pesquisa investem tendo ligação com alguma empresa pública, sendo de empresa privada ou mesmo um centro de excelência global. É dos centros que partem as principais inovações do setor energético. Infelizmente, as empresas privadas pouco investem”.*

Entrevistado 7: *“Os projetos de inovação no setor devem combinar políticas públicas e os interesses, tanto do setor público como do setor privado. O primeiro, porque a política macro energética não pode estar dissociada da política econômica de maneira geral, ou seja, deve atender aos interesses de crescimento e desenvolvimento do país. Ao mesmo tempo, os projetos devem ser capazes de atender ao interesse do setor privado, no que diz respeito à oferta, segurança e ao custo de energia para as empresas”.*

Entrevistado 5: *“Essa parceria pode ser bastante interessante, se forem feitos planos e estabelecidas metas de interesse para cada região do país. O consumo final energético está fortemente ligado ao setor industrial e de transportes. Existe cada vez mais uma forte demanda por eletricidade. Então, por que não estabelecer para as áreas que necessitam mais fortemente de energia? ”.*

Para o entrevistado do centro de pesquisa 1, essa combinação entre parceiros é relevante: *“Esses setores têm que andar em conjunto para o desenvolvimento de projetos. Pela característica do nosso centro de pesquisa, não temos muita ou nenhuma influência no setor. Nossa participação é ajudar a definimos conceitos básicos; nós ajudamos a definir aspectos iniciais técnicos e econômicos. E depois é lançado pelo governo o edital dentro de características básicas, mas o vencedor depois vai ter toda a liberdade de optar por sua solução*

*tecnológica que lhe seja a mais viável. Esses são os leilões previstos pela agência nacional do setor em cima de algumas linhas mestras previamente definidos pelo governo. Só vemos essa combinação existir se o cliente privado perceber que é vantajoso para ele a solução proposta por nosso centro de pesquisa”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 2 acredita ter o governo importante papel, mesmo que seja de forma impositiva: *“Em termos de política pública para inovação e principalmente o programa gerido pelo governo tem um papel importante para a inovação. Até o ano 2000, tinha pouca inovação no setor, poucas instituições e muita centralização. Excelente para a formação de pessoas. As políticas foram relevantes para incrementar o processo de geração, distribuição e transmissão, forçando as empresas a pensarem a inovação. A partir dos anos 2000 abre para pesquisa em uma cadeia maior de produtos. Vejo que é necessário fomentar a inovação um pouco menos na academia e mais nas empresas, mais nos produtos. Os empreendedores brasileiros se perderam nesse contexto ao não buscar iniciativas no sistema que lhes dessem suporte. Nossa empresa tem em seu portfólio produtos que foram desenvolvidos por conta do programa do governo. Esses produtos se vendem no mundo inteiro”.*

Na análise dos relatos observa-se que a combinação das políticas econômicas, a crise política e a carência financeira do Estado, subvertem os interesses mercadológicos das empresas privadas. Nos discursos, destacam-se a necessidade de estruturar a participação do Estado que não seja meramente impositiva e traga benefícios para a cadeia como um todo, consolidando a infraestrutura de inovação como elemento primordial para o desenvolvimento do setor energético nacional.

A questão dois desse bloco questionou a participação do Estado no setor energético brasileiro.

#### Quadro 45 - 2ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado

Questão 2 - Como a empresa/professor percebe a participação do Estado no setor energético brasileiro?
---

Fonte: A pesquisa

Os entrevistados 1, 2 e 8 foram contundentes ao expressarem suas opiniões, associando a participação estatal a questões relacionadas ao próprio interesse do

Estado, com forte caráter político, o que, para um deles, produziu as seguintes alegações:

Entrevistado 1: *“Profundamente desmotivador, sem nenhum desejo que não seja em seu próprio benefício”.*

Entrevistado 2: *“Ruim. Demora para tomar ações. O timing das ações não é casado, não planeja e não executa, vide os fenômenos hidrológicos recentes, que afetaram o mercado. É desastroso, haja vista a manipulação eleitoreira da tarifa no governo Dilma, a intervenção do Estado não se deu de forma a organizar o Estado, de forma a planejar o Estado e principalmente de direção de energia. Não é à toa que as Concessionárias estão passando o ‘pires’, mudando de controladores, com todo o setor fazendo ajustes e reajustes para sobreviver nesta ‘barafunda’ que é nossa política”.*

O entrevistado 8 foi lacônico: *“Eu não percebo, né, cara... ((risos)). Eu não percebo”.*

O entrevistado 9 reconhece a necessidade de maior participação, indicando que o Estado deve atuar não somente como provedor, mas como elo de ligação entre os diversos segmentos da cadeia produtiva energética: *“De maneira nenhuma quero dizer que eu não considere extremamente importante a necessidade de participação do Estado. Então, existe essa necessidade. Agora, também não é só o volume de dinheiro. Existe toda uma colocação de gestão, que se for bem-feita e aproximada à iniciativa privada e atendendo as necessidades da iniciativa privada com certeza podem trazer frutos para o País”.*

Na mesma linha de percepção encontra-se o entrevistado 10, que destacou a necessidade de menor dependência do Estado para que se crie uma concorrência maior em termos de investimentos diretos no setor: *“O Estado controla tudo e sem ele o sistema não funciona, pois, o custo do dinheiro oferecido pelo BNDES é muito atrativo. A retirada da mão do estado é fundamental para que o país possa trazer novos investimentos, gere uma livre concorrência e “force” o capital privado a pensar em alternativas de vencer localmente sem que seja financiado pelo estado”.*

Entrevistado do centro de pesquisa 2 não indicou interferência estatal: *“Dentro do direcionamento das pesquisas da nossa empresa, a presença estatal afeta muito pouco. Nossa visão é de longo prazo. A política econômica, sim, ela afeta todos os mercados e, assim, afeta onde você vai investir. Posso afirmar que não tivemos nenhum projeto com característica de pressão governamental. Pelo contrário, o*

*poder público nos ajudou para a consecução do nosso centro de pesquisa. Mas, de fato, procuramos ver o que está na agenda do governo, acompanhando os movimentos direcionar nossas pesquisas. Já tivemos projetos financiados por P&D, por órgão do governo e projetos financiados pela FINEP, já finalizado e aprovado pelo governo. O investimento se dá para projetos na área de automação, proteção e controle do setor energético, mais voltado para o setor de transmissão. Em óleo e gás, não posso informar, pois a informação é confidencial.”*

Entrevistado do centro de pesquisa 3: *“O Estado é o fomentador. É ele quem alimenta e movimenta toda essa engrenagem inovadora que, de certa forma, cria dependência e mesmo acomodação para quem quer desenvolver P&D. Pesquisa é risco. Empresas privadas não querem pesquisar. Se houvesse obrigação imposta por lei, acredito que seria ainda pior. Estimo que, sem a participação estatal, levaríamos 10 anos para ter um projeto para o setor de energia pronto; sem o apoio estatal, acredito que esse prazo iria para 20 anos”.* Nessa mesma linha, o entrevistado 6 ressalta a participação do Estado no segmento. Para ele, a participação estatal é contributiva para o desenvolvimento e estímulo às pesquisas no setor, mesmo reconhecendo o crítico momento institucional que reduziu o investimento em pesquisa: *“...as leis, né, de pesquisa e desenvolvimento, né, que obrigam as empresas a investirem em P & D, é um bom exemplo, né, da atuação do Estado. A própria ANEEL, agora, contratou a câmara de gestão de estudos estratégicos, que é uma instituição ligada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, possíveis estudos de... possíveis temas, né, de pesquisa e desenvolvimento, ... a orientar as pesquisas, né, que são necessárias para o setor de energia. Então, assim, eu acho que o país tem feito sua parte, no sentido de induzir, né, não sei se tem dinheiro pra isso; muitas vezes não tem. Agora, por exemplo, recurso pra pesquisa tá bem escasso. O que vem do governo é praticamente nada...”*

O entrevistado 5, também revela preocupação de cunho regional quanto à participação do Estado.

Entrevistado 5: *“O Estado precisa se modernizar, entender que é necessária uma discussão maior sobre o melhor uso da energia e como viabilizar parcerias para que se tenha soluções que vão atender às várias regiões do país”.*

Já o entrevistado 4 foi direto e otimista:

Entrevistado 4: *“Acho que tem uma participação forte ainda”.*

A ineficiência do Estado também foi elemento destacado pelos entrevistados, suscitando que as concessões privadas também podem ter sido variáveis que comprometessem a participação do Estado, ao permitirem o controle de mercado para a iniciativa privada, apesar de o Estado ser o regulador do setor.

Entrevistado 7: *“A participação do Estado sempre foi crescente, porém, nem sempre tão eficiente. A participação do Estado como regulador, gerador e distribuidor de energia deve levar em consideração outras políticas, sobretudo a política industrial e outras relacionadas à conservação de energia. Nos últimos anos, sem uma política industrial definida, e com grandes percalços na transferência de partes do sistema energético à iniciativa privada, estabelecimento do preço da energia e outros itens, a participação governamental tem sido mais tumultuada, o que pode gerar incertezas quanto à oferta energética”.*

A questão da precificação da energia também foi, além do entrevistado 7, objeto de inquietação por parte do entrevistado 3, visto que as decisões quanto a preços tendem a ter uma vertente política, que podem produzir distorções futuras no âmbito da administração dos preços.

Entrevistado 3: *“Presente (a participação do Estado), porém ineficiente. Vide o caso do controle do preço de gasolina e diesel nos postos”.*

Entrevistado do CP1: *“A participação do Estado se dá na participação com os parceiros e as autarquias que existem no setor, dentre outros. Tecnicamente nós contribuimos para o planejamento de políticas públicas do setor, editais, etc. e algumas atividades a gente faz por demanda do Ministério de Minas e Energia. O que é definido no país vem junto com a agência e o Ministério. A participação do nosso Centro se dá na avaliação de equipamentos, produção de softwares, necessidade de laboratório. Em cada uma dessas frentes de atividades existe um relacionamento”.*

Sobre o financiamento dos projetos de P&DT no setor, o entrevistado do CP1 destaca que *“o financiamento de projetos de pesquisa tem algumas formas. O principal financiamento do estado é a manutenção do Centro, via autarquia federal. A percepção da necessidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento vem das necessidades de energia para o país. Outra forma de participação é quando há algo específico de uma entidade. Uma empresa solicitou uma solução que não existia e nós ganhamos a concorrência, o Estado pode nos financiar. Parte do investimento do governo pode vir dos valores que as empresas têm para projeto de*

*pesquisa, que são obrigados por lei a investir, e pode vir também de qualquer entidade que queira fazer algum desenvolvimento específico de projeto no segmento energético para sua utilização”.*

Apesar de algumas divergências, a visão que se tem é de um Estado que, com políticas voltadas para a modernização da máquina estatal, o cenário que se vislumbra é de crescente participação, alicerçando o crescimento do setor.

A questão três desse bloco questionou os entrevistados sobre o que estes achavam do Estado como agente inovador no setor de energia. Havia interesse também na investigação da participação do Estado como patrocinador de projetos para o setor de energia, bem como a forma que se deu essa participação, o que produziu o extrato de respostas demonstrado em sequência.

#### Quadro 46 - 3ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado

Questão 3 - Como o (a) Sr. (a) percebe o papel do Estado como agente inovador no setor de energia? Participou de projetos financiados pelo Estado? Se sim, poderia indicar como se deu essa participação?

Fonte: A pesquisa

Fraco, falho e pouco relevante são expressões que traduzem o pensamento da grande maioria dos entrevistados. Apenas um se manifestou positivamente sobre o Estado como agente inovador.

Os entrevistados dos centros de pesquisa fizeram colocações breves sobre os projetos financiados pelo Estado, tendo poucos indicado a forma de participação. Quanto aos professores-pesquisadores, não houve indicação dos projetos financiados pelo Estado.

O entrevistado 8 foi veemente na indicação de não achar o Estado como agente inovador, para ratificar tal assertiva, indica ele que: *“É óbvio que o Estado ele tem a função de incentivar isso, mas as organizações propriamente ditas é que precisam sentir essa necessidade, né. Na verdade, hoje, a minha percepção é que se consome tecnologia estrangeira, né. Poucos são os desenvolvimentos, de fato, que acontecem internamente, aqui no nosso país. Eu acho que é mais uma questão comercial, mesmo, né. Não é uma questão de Estado: é uma questão comercial. Então, e aí com essa... com esse problema político...”*

O entrevistado 9 tem o mesmo pensamento dos demais respondentes. Para ele o Estado não é nada inovador. Destaca o entrevistado 9: *“Não. Na verdade, eu*

*participei até de algumas pesquisas inovadoras com a participação estatal, porém muito pontuais e não necessariamente com resultados extremamente satisfatórios”.*

O entrevistado 9 faz alusão a perspectiva externa no tocante ao Estado como agente inovador: *“Se você olhar o que acontece nos centros de pesquisa das grandes empresas americanas, alemãs, japonesas, você vai investir provavelmente dez possibilidades para talvez realizar duas, três, então existe a necessidade de que você realmente invista em algumas coisas para tentar buscar os resultados no final. Então eu não vejo hoje o Estado, primeiro, com uma característica de a locomotiva da inovação. Não busca esse tipo de coisa”.*

Para o entrevistado 9, o Estado inova por meio de privatizações, e explica que: *“na verdade, a inovação do Estado é simplesmente fazer privatização. O que talvez possa vir a ser uma boa opção no futuro, não sei, se a gente der sorte da empresa ser privatizada por uma empresa boa, que vai perceber as necessidades de investir em tecnologia, em inovações e com isso melhorar os serviços, a gente tem uma possibilidade”.*

O entrevistado 6 houvera apontado na questão 2 que o Estado é importante para a geração de inovação no setor através das políticas de investimento. Indicou o entrevistado 6 que teve estímulo para pesquisa: *“Já participei, sim, tendo um recurso específico pra desenvolver a minha linha de pesquisa”.*

Para o entrevistado 1, a burocracia representa um grande entrave para a efetividade da ação do Estado, por conta do longo caminho a ser percorrido para aprovação de projetos de interesse.

Entrevistado 1: *“Muito fraco. Qualquer projeto deste porte fica extremamente demorado e burocrático para ser aprovado pelo governo se for pelas linhas legais”.*

O entrevistado 5 adensa essa premissa: *“Pouco inovador. As pesquisas ficam muitos anos à espera de recursos”.*

Entrevistado centro de pesquisa 1: *“A inovação é complexa nesse contexto, pois quando você gera as linhas mestras para poder ter concorrência, vários candidatos se habilitam e, quando um ganha um determinado trecho para construir uma, quer seja uma linha ou uma subestação conversora, ele tem uma solução tradicional que ela quer implementar. Então, quando você gera inovação para botar no mercado, é muito difícil convencer um ganhador a aplicar naquilo. Nesse sentido, a participação do Estado é mínima. Você precisa participar em grupos técnicos ou estar em parceria com as empresas e o governo, fazendo trabalhos em conjunto*

*para que algo seja implementado, visto que o fato de empresas do governo trabalharem em paralelo conosco não nos garante a aplicabilidade de um projeto*". O mesmo entrevistado salientou que é *"necessário a participação conjunta do Estado e empresas para que um projeto seja implantado"*.

O que se apresenta como processos lentos e burocráticos, na percepção dos entrevistados, aponta para relevante análise do entrevistado 2, no tocante ao fato de o Estado ser o legislador, deixando transparecer, por sua afirmação, que o Estado não está preparado para tal:

Entrevistado 2: *"Deveria ser de coordenador das ações, utilizando-se dos vários mecanismos de que dispõe, leis subsídios, mas..."*

Entrevistado 3: *"Uma atuação falha, visto que está na mão do Estado produzir incentivos fiscais suficientes para atrair investimentos no setor de energia, principalmente em relação a inovações"*. Aqui, há evidente apontamento sobre a incapacidade do Estado em ser agente articulador de novos negócios.

Mesmo sentimento transborda da assertiva feita pelo entrevistado do centro de pesquisa 3, para quem *"o Estado aporta dinheiro e tecnologia para o incremento do setor, que causa impacto na produtividade. Ainda temos problemas recorrentes na distribuição, visto que a cadeia é extensa e as obrigações legais intensas. Vejo também a participação estatal na elaboração de projetos conjuntos"*. O entrevistado do centro de pesquisa 3 indicou que quase a totalidade dos projetos para o setor têm participação do Estado.

O entrevistado 4 traz para a discussão o aspecto da geração de conhecimento atrelado à geração de tecnologia, assunto recorrente no ambiente acadêmico-profissional e que, para os autores, denotam a fragilidade brasileira na geração de tecnologia.

Entrevistado 4: *"Acho que tem uma participação muito fraca como agente inovador. Ainda copiamos mais tecnologia do que produzimos tecnologia"*.

Para o entrevistado 10, o Estado precisa definir sua política de desenvolvimento e investimento, *"O problema é que existe um desbalanceamento destes processos, onde não adianta oferecer ajuda financeira ou linha de crédito mais atrativa se na outra ponta a política de desenvolvimento do país não vai ajudar a comprar este produto ou serviço"*, onde se sobressai na fala do entrevistado 10: *"Existe uma insegurança econômica e política e fiscal que é praticamente impossível conseguir fazer um investimento que tenha um horizonte de 5 anos"*.



O entrevistado do centro de pesquisa 2 apresenta relato contundente sobre o estímulo do Estado no segmento de energia como agente inovador: *“Nesse contexto de inovação, eu diria que o Estado, apesar dele ter essas políticas de investimento, a regulamentação é rígida e permite pouco com relação à inovação. Eu vou te dar um exemplo de um produto que vendemos fora do Brasil, mas não vendemos aqui: uma turbina eólica com armazenamento de energia para as quais temos um banco de baterias. A remuneração de uma geradora de energia como essa se dá única e exclusivamente pela potência que ela está injetando no sistema. O fato de ela ter uma regulação que limite a potência na saída do sistema de armazenamento não significa dizer que a empresa terá algum benefício com isso. Esse tipo de regulação não permite que a inovação chegue. Ela desestimula novos projetos. Infelizmente, a regulação vem depois que a tecnologia está pronta. Não cria o caminho e não beneficia que desenvolva a tecnologia. As empresas no Brasil não estão inovando tanto, mas tem pessoas com a cabeça para a inovação, que entram nas empresas e montam seus startups”*.

Único a manifestar-se positivamente, o entrevistado 7 apresenta seu ponto de vista: *“Eu percebo o Estado como um importante agente inovador mas isso não quer dizer que o Estado efetivamente gere algo a partir de todo aquele conhecimento que é gerado, que é produzido”*.

A quarta questão desse bloco foi aplicada, objetivando perceber se há pressão estatal por projetos específicos dentro do setor de energia, o que gerou o seguinte rol de observações:

#### Quadro 47 - 4ª Questão – Bloco 2 - Sistema de Inovação e papel do Estado

Questão 4 - Considerando o principal eixo de pesquisa da empresa -PD&T, há pressão do setor público por determinado projeto?
--

Fonte: A pesquisa

Não houve manifestação expressa por parte dos respondentes quando a pressão estatal. O responde 10 se absteve da resposta, mas pode-se depreender pelo contato telefônico realizado que também não há pressão estatal por um projeto específico, visto que a empresa é independente em suas decisões de inovação, estratégia e mercado.

O entrevistado 8 foi sucinto: *“Não, até porque hoje, o controle energético, aqui no Brasil, é estatal. Então, a minha visão, a minha percepção é mais que é uma questão comercial por projetos que interessem ao Estado”*.

O entrevistado 9 acentua a soberania da empresa em relação as parcerias com projetos estatais: *“No caso da minha empresa, a empresa é soberana até pelo tamanho dela, ela não aceita pressão e ela tem um comportamento extremamente ético, então não existe moeda de troca. Isso ela consegue manter uma independência muito clara e isso tem suas vantagens”*.

Para o entrevistado do centro de pesquisas 3, *“o fato do estado ser um parceiro nos projetos para o setor, faz com que a participação dele seja através dos técnicos do setor e traga uma visão mais de projetos do que de negócios, fazendo com o que o estado perceba que não pode haver pressão, dado o ecossistema no qual se insere o negócio da empresa”*.

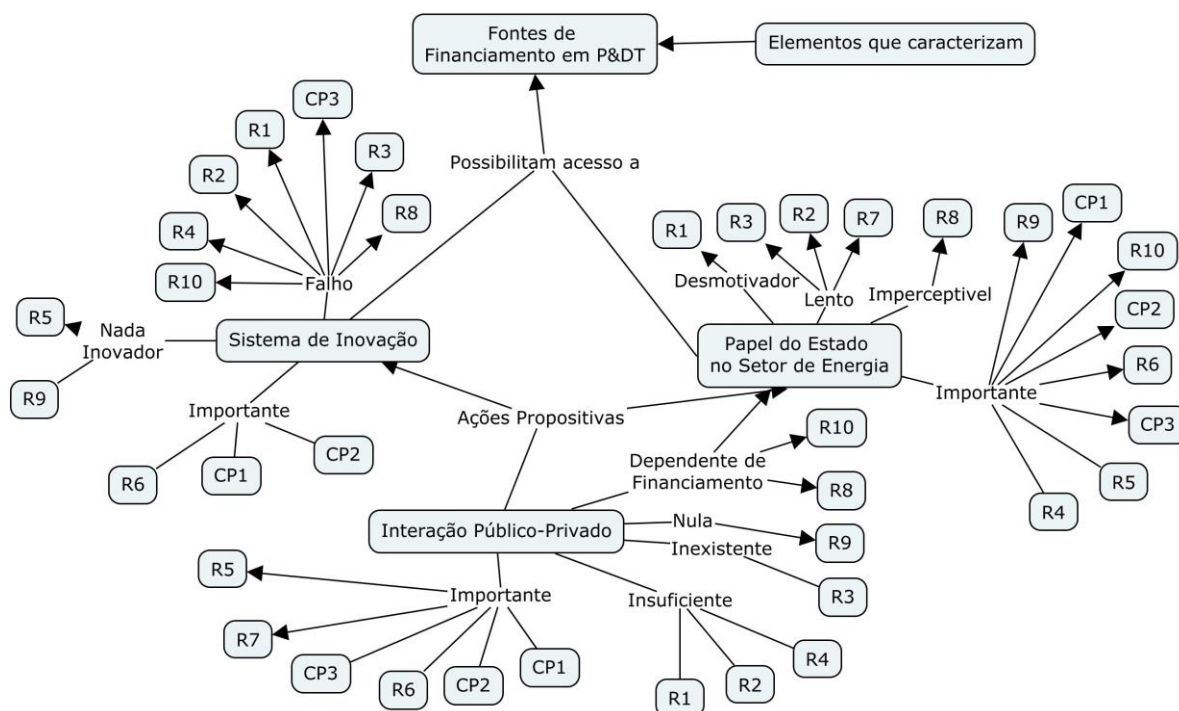
Mesma visão apresenta o entrevistado do centro de pesquisa 1, para quem *“a participação se dá através da holding do setor e sua principal autarquia, não havendo essa pressão pois, tecnicamente, a contribuição é coletiva e envolve o planejamento de políticas públicas, editais, etc. e algumas atividades que são demandadas pelo Ministério”*.

Para o entrevistado do centro de pesquisa 2, *“Não tivemos nenhum projeto com característica de pressão governamental. Pelo contrário, o poder público nos ajudou para a consecução do nosso centro de pesquisa. Mas de fato, procuramos ver o que está na agenda do governo, acompanhando os movimentos direcionar nossas pesquisas”*.

Pelas entrevistas citadas neste segundo bloco, fica evidenciado que o Estado, ainda que invista no setor, carece de reestruturação, direcionando políticas de desenvolvimento para o setor, atuando na geração de conhecimento e novas tecnologias.

Um modelo de mapa conceitual foi desenvolvido com o intuito de criar uma rotina que seja de fácil compreensão acerca das premissas preconizadas para o segundo bloco de questões, que contribua para a compreensão dos objetivos delas advindos, e que está apresentado na Figura 27.

Figura 27– Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - SI e participação do Estado



Fonte: O autor com dados da pesquisa

O mapa conceitual exposto na Figura 27 sistematiza a forma pela qual as interações públicas–privadas no setor de energia são percebidas pelos respondentes. Dessa percepção, pode-se constatar que contemplar ações propositivas e/ou modelos de difusão tecnológica e de conhecimento é imperativo, porém ainda carece de um modelo efetivo por parte dos atores desse cenário.

Como elemento central de um Sistema de Inovação, pode-se inferir que os elementos essenciais para o financiamento em Pesquisa e Desenvolvimento se originam das demandas de mercado e projetos de interesse privado no setor.

#### 4.4.3 Questões Bloco 3 – P&DT no setor de energia

O terceiro e último bloco de entrevistas, constante no item 2.3 deste trabalho, traz a discussão acerca da Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico no setor de energia, e tem por premissa principal investigar se o investimento em P&DT no setor energético contribuiu para a eficiência do setor, ao incorporar, ao longo da cadeia produtiva, além da oferta dos recursos naturais, tecnologias apropriadas que contribuíram para o aumento do suprimento de energia, proposição que se coaduna

com um dos objetivos específicos do presente estudo, que pretende identificar as direções dos esforços de pesquisa segundo a natureza temática das pesquisas em andamento.

A P&DT é fundamental para o desenvolvimento de qualquer nação. Nessa síntese, se apresentam os pilares da construção de um modelo que leve ao desenvolvimento um país que deverá privilegiar a incorporação de tecnologias para a efetividade do seu desenvolvimento e a redução das diferenças econômicas e sociais.

Neste eixo, 7 questões servem de base estruturante para a investigação.

A primeira questão teve por objetivo avaliar se organizações proporcionam formação para seu quadro funcional, que assegura as competências adequadas às exigências referentes aos projetos inovadores. E quais tipos de formação foram presenciados pelos entrevistados e a forma pela qual, na avaliação dos entrevistados, as empresas estimulam a geração de conhecimento.

#### Quadro 48 - 1ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 1 - A organização proporciona formação para seu quadro funcional que assegura as competências adequadas às exigências referentes aos projetos inovadores? Se sim, quais tipos de formação são proporcionados pela empresa e como a empresa estimula a geração de conhecimento?

Fonte: A pesquisa

Na primeira análise, o respondente<sup>7</sup> apresentou consistente análise sobre a questão: *“Nós não temos, como na maior parte dos Países desenvolvidos, uma presença muito forte de um setor de pesquisa e desenvolvimento dentro das empresas. Isso sempre ficou, como foi dito também no início, mais a cargo do Estado do que do setor privado. Então até por conta disso, eu não vejo que há tanto uma qualificação desse corpo funcional para atuar para esses projetos inovadores, salvo uma ou outra empresa, mas ressalto que tenho visto que isso tem aumentado, essa participação na pesquisa e desenvolvimento por parte das empresas, tenho notado discretamente”*.

O entrevistado 1 também não se mostra otimista quanto ao fato das organizações proporcionarem formação, em especial pelo fato de inferir que são poucas as que se interessam pela capacitação.

O entrevistado representante do centro de pesquisa 1 afirma: *“A empresa não se preocupa em formar, busca no mercado. Aqui somos diferentes de outros centros de pesquisa. Há 400 funcionários e 170 pesquisadores; eles vêm prontos. O currículo universitário não acompanha as necessidades do país. A Universidade não fornece base para os profissionais entrarem semi-prontos para o mercado, eles aprendem no cotidiano. Nosso centro não tem estruturado uma formação específica para quem entra. O próprio centro hoje é o ambiente mais adequado para aprender seu trabalho”*.

Dessa forma, ratifica o pensamento do entrevistado 1: *“Não vejo formação suficientemente adequada para os quadros funcionais, por falta de motivação das organizações neste tipo de treinamento. Com um sistema elétrico beirando os 70 anos, você tem que acompanhar o mercado, ter novos métodos de acompanhar o desempenho deles no sistema e é o treinamento e a formação de pessoal que vai nos dar essa base. Nós temos que repassar conhecimento para aqueles que efetivamente contribuem para a manutenção do centro”*.

Para o entrevistado 5, há formação, mas há também necessidade de conscientização acerca da formação mais adequada.

Entrevistado 5: *“Algumas empresas incentivam os funcionários para estudos que possam agregar valor ao produto que elas negociam. Alguns acordos entre Universidades Federais e Empresas das mais variadas áreas de atuação são celebrados para esse fim”*.

Assim como o entrevistado 5, para os demais é visível a preocupação com o nível de formação dos seus colaboradores.

Entrevistado 3: *“No ambiente acadêmico presenciei diversos agentes da indústria investindo em mestrados e/ou especializações. Dessa forma, pode-se supor que há incentivo das empresas para que eles busquem conhecimento”*.

Para o entrevistado 9, tão importante quanto a formação é a conscientização da cultura inovadora pelos funcionários da empresa, enfatizando que *“Ela investe em pesquisa e desenvolvimento, ela dá a formação e ela inclusive faz com que a inovação seja parte da cultura da empresa. Então, mesmo o funcionário do chão de fábrica ele é incentivado a propor melhorias, a pensar em inovações para que o serviço dele seja mais rápido, mais produtivo, mais seguro, com mais qualidade e com menor custo”*.

O entrevistado 10 afirma que há, porém não na mesma escala que nos Estados Unidos: *“Existem iniciativas locais com ferramentas globais para alavancar pequenas inovações nos processos do dia a dia. As grandes pesquisas ainda são desenvolvidas no EUA”*.

Percebe-se em algumas respostas a evidente diferença entre o setor público e privado na formação do seu corpo de pesquisadores e reforçam um aspecto anteriormente debatido sobre a geração do conhecimento frente à geração de tecnologia.

Para o entrevistado 6, *“Sim”*. Até pelo fato dele pertencer a uma instituição de pesquisa.

O entrevistado 8, pelo perfil das pesquisas que realiza, dentro de uma grande empresa do setor de óleo e gás, acredita haver formação adequada: *“A (empresa), investe em formação dos seus funcionários. Há universidades corporativas espalhadas pelo Brasil e já tive a oportunidade de dar alguns treinamentos para seus funcionários”*.

Entrevistado 4: *“Sim. As organizações particulares se preocupam com a inovação pela geração de patentes, onde promovem cursos com o intuito de aumentar a criação de novos produtos e processos. Já na esfera federal, alguns promovem uma formação contínua, mas não há um estímulo formal dentro da carreira, somente por vontade pessoal. Já as universidades, essas sim, promovem pesquisa para inovar, mas com pouco alcance comercial ou industrial”*.

O relato que mais impressionou foi do entrevistado 2. Em sua explanação, salienta a preocupação que a empresa teve com a formação do seu quadro funcional e que, após a venda para uma grande estatal, teve sua memória de trabalho extinta por um processo que lhe causou muita surpresa.

Entrevistado 2: *“O planejamento do setor elétrico, pegou todos os operadores. Haviam os feudos. Os feudos da cidade x, porque tinha a companhia tal, tinha uma cultura, tinha um influente, um engenheiro, então tinha que acabar com esses feudos para unificar os seus processos administrativos. Olhou-se para isso e como fazia? A companhia é grande, seis mil e quatrocentos empregados mais sete mil terceirizados, treze mil empregados mais os contratos, como é que faz? E alguém disse assim: vamos criar uma área de treinamento”*.

Os representantes de dois centros de pesquisa que contribuíram para esse questionário têm visão similar sobre a formação de pessoal.

Entrevistado centro de pesquisa 3: *“A empresa estimula e muito! Hoje temos 50% do nosso corpo de colaboradores como mestres ou doutores, acredito que...bom, mais de 200 são pesquisadores doutores e outros 300 possuem mestrado. Esse número triplicou em 10 anos, o que mostra o centro conectado com as necessidades do país, da região e da sociedade”.*

Entrevistado centro de pesquisa 2: *“Sim, estimula muito a formação, especialmente na parte técnica. Promovemos cursos de inovação, como por exemplo em design thinking, six sigma, etc.A empresa também permite que funcionários estudem fazendo doutorado ou mestrado em qualquer universidade, dentro do contexto do business da empresa. Percebemos que no Brasil se gera muito conhecimento, mas não gera muita tecnologia. Buscamos aqui na empresa o caminho inverso, gerar mais tecnologia do que conhecimento. O centro de pesquisa aqui tem foco em inovação, mas eu acho que isso tem muito a ver também com a incerteza do país. Tivemos uma época boa no fim da primeira década do ano 2000 e hoje estamos em um ambiente de incerteza”.*

É importante ressaltar que a pesquisa e tecnologia no Brasil possuem programas específicos mantidos pela Capes e Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, como os programas de mestrado e doutorado no exterior e o ‘Ciência sem fronteiras’ – que não mais patrocinará projetos em nível de graduação –, com a expectativa de formação e pessoal capacitado para o desenvolvimento de pesquisa, à medida que contribuam para a resolução dos grandes desafios nacionais e globais, fazendo com que essa contribuição transborde para o nível nacional, uma vez que, há muito, os programas se concentram nas regiões sul e sudeste.

A segunda questão tratou de conhecer o nível de pesquisa em que os entrevistados atuam: se pesquisa básica – para aquisição de conhecimento – ou pesquisa aplicada – aplicação de um experimento.

#### Quadro 49 - 2ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 2 - As atividades de P&D compreendem atividades distintas, com a finalidade de ampliar o “estoque” de conhecimento. Baseado nas premissas abaixo, indique que tipos de pesquisas mais se aplicam à empresa. Pode citar exemplos de cada uma delas?

*Pesquisa básica* – (consiste no trabalho experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização).

*Pesquisa aplicada* – (consiste na investigação original, realizada com a finalidade de obter novos conhecimentos, mas dirigida, primordialmente, a um objetivo prático; desenvolvimento

experimental).

Fonte: A pesquisa

Neste ponto, manifestou-se um problema recorrente ao longo da pesquisa: o fato de uma parcela dos pesquisadores não poderem informar os modelos de pesquisa por eles realizados. Dessa maneira, os resultados obtidos com as entrevistas estão apresentados a seguir:

Entrevistado 1 - Pesquisa aplicada

Entrevistado 2 - Pesquisa aplicada

Entrevistado 3 - Pesquisa básica e Pesquisa aplicada

(Pesquisas desenvolvidas a partir do Laboratório de Economia do Petróleo)

Entrevistado 4 - Pesquisa aplicada

(Exploração e produção de petróleo, como: análise computacional de ondas sísmicas e otimização de perfuração de poços)

Entrevistado 5 - Pesquisa aplicada

Entrevistado 6 – Pesquisa aplicada

Entrevistado 7 - Pesquisa aplicada

Entrevistado 8 – Pesquisa aplicada

Entrevistado 9 – Pesquisa aplicada

Entrevistado 10 – Pesquisa aplicada

Centro de pesquisa 1 – Pesquisa aplicada

Entrevistado centro de pesquisa 1: *“A linha de pesquisa é o que a gente teria que considerar como sendo um campo de atuação da empresa; definimos as linhas a partir da empresa para o centro de pesquisa e do centro de pesquisa para as empresas. Há uma troca constante de informações”.*

Os trabalhos apresentados pelo centro de pesquisa 1 contemplam:

- i) Geração: avaliação de geradores e em tubulações de empresas térmicas;
- ii) Distribuição: análise dos laboratórios e seus equipamentos nos mais de 30, existentes no país e também avaliação de linhas de alta tensão.

Centro de pesquisa 2 – Pesquisa aplicada

Os trabalhos apresentados pelo centro de pesquisa 2 contemplam:

- i) Algoritmo para monitoramento e diagnóstico de transformadores.

Centro de pesquisa 3 – Pesquisa aplicada (90%) e básica (10%)



Os trabalhos apresentados pelo centro de pesquisa 3 contemplam:

- i)Pré-sal;
- ii)Produção;
- iii)Planta fotovoltaica.

Como fruto da análise, a pesquisa aplicada é importante sinalizador no âmbito dos centros de pesquisa do direcionamento dos esforços do setor em energia, em especial aquelas ligadas ao segmento de petróleo e gás, com destaque para a pesquisa nuclear, cuja amplitude não foi disponibilizada.

A questão três do eixo de P&DT trata da investigação sobre os projetos de P&DT e sua contribuição para a estratégia de inovação do setor energético brasileiro. As respostas estão dispostas como se segue.

#### Quadro 50 - 3ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 3 - Como os projetos em P&DT contribuíram para a estratégia de inovação da empresa? Poderia citar alguns projetos que colocaram a empresa na vanguarda do setor de energia?

Fonte: A pesquisa

O entrevistado 2 absteve-se da resposta por achar que não tem investimento em pesquisa em desenvolvimento tecnológico do setor.

Os entrevistados se manifestaram das formas mais distintas, o que causou no autor a sensibilidade de, por facilidade de contato, arguir se a questão estava de difícil compreensão. Como obteve três respostas negativas, procedeu-se a avaliação.

Entrevistado 1: *“Os projetos em P&DT contribuem para a estratégia de inovação do setor através das interações de cada um dos participantes com um propósito comum. Esse entendimento generalista é relevante quando se começa a fechar questão sobre o tema”.*

Corroborar esse pensamento o entrevistado 8, que salienta ser o mercado a mola propulsora para as estratégias previstas para o setor energético brasileiro: *Como meus projetos são, principalmente na área de petróleo e gás, então, a gente busca melhoria no processo de exploração e produção, especificamente na área de construção de poço. Os focos das minhas pesquisas estão relacionados na área de... de segurança na construção de poços”.*

Entrevistado 4: *“O projeto de P&D visa a estudar qual melhor fonte de energia pode ser explorada para cada região. Como cada local possui características intrínsecas, é nesse momento em que a inovação se faz necessária, gerando novos produtos e processos específicos para cada caso”*.

Para o entrevistado 6, dado o viés de pesquisa da instituição, todos os trabalhos em P&D contribuíram para a inovação na empresa, destacando o programa de engenharia de sistemas.

Para o entrevistado 7, o mercado também direciona as estratégias para o setor: *“Quando uma empresa, uma empresa qualquer, coloca seu produto junto ao seu público alvo, é interessante que ela tenha um retorno desse público alvo, para que ela possa continuar atendendo esse público cada vez melhor, garantindo também seu mercado, para que uma outra empresa não venha e ofereça algo que seja melhor, ou mais inovador. E da mesma forma, o Estado deveria agir, se ele é o grande provedor de, da energia, o Estado deveria agir a partir da pesquisa e da identificação das reais necessidades da demanda”*.

O entrevistado 9 destacou um tipo de projeto: *“Turbinas estacionárias! São as que geram a energia elétrica ou as energias para as plataformas de petróleo, etc”*.

Igual pensamento tem o entrevistado do centro de pesquisa 1: *“Aqui trabalhamos com as empresas geradoras e transmissoras, não trabalhamos tanto com as distribuidoras. O que nós desenvolvemos é por solicitação deles ou eles solicitam, ou nós vislumbramos algo que possa ser útil para eles e desse intercâmbio de projeto de pesquisa o que pode ser feito por uma empresa e para outras não. Nosso trabalho é resultado de P&D, podendo ser software, métodos, protótipos, etc. Nem tudo aquilo que é possível tecnicamente existe a componente industrial em paralelo para cobrir aquilo que seja vislumbrado. Deve se levar em conta que o aspecto econômico é uma condição de controle que tem que estar inserido em qualquer atividade”*.

O entrevistado 10 realça a necessidade de se estar concatenado com o mundo global, que sirva de parâmetro para os direcionamentos das pesquisas no setor: *“Precisamos estar atentos aos movimentos do setor em que atuamos e alertar de forma proativa a matriz que está desenvolvendo a solução e trazendo inovação. Se não incluirmos nossa demanda na lista de prioridades globais não teremos inovações que atendam nossas necessidades regionais”*.

Houve também um direcionamento do discurso para o âmbito acadêmico, em especial para os entrevistados 3 e 5.

Entrevistado 3: *“Esse tipo de projeto possui o objetivo de proporcionar debates de alto nível entre acadêmicos e técnicos atuantes nos setores. A partir da produção de papers e patentes, os investimentos em P&DT almejam produzir ganhos factíveis para o setor energético brasileiro”.*

Entrevistado 5: *“São eles que fizeram e farão a mudança que esperamos para os próximos anos, ou seja, alimentar as Universidades em projetos que poderão trazer benefícios na área energética. O uso do hidrogênio saiu de estudos realizados dentro de uma Universidade pública”.*

Análise importante foi extraída do depoimento do entrevistado do centro de pesquisa 2: *“Os projetos estão 100% conectados com a estratégia da empresa: ser o principal provedor de energia industrial e digital. Desenvolvemos softwares no Brasil, que é pioneiro em termos globais nesse desenvolvimento. O desenvolvimento dessas tecnologias começa no centro de pesquisa, que funciona como uma incubadora de pequenas empresas e pequenos negócios no setor de energia, que estão começando. Nossa empresa entrou no segmento de baterias, foi pioneira, e detém tecnologia para fabricar, mesmo estando parada hoje, por conta de aspectos comerciais”.*

O entrevistado do centro de pesquisa 3 foi sucinto: *“Todas as nossas estratégias estão voltadas para o segmento de óleo e gás, tendo sido os projetos desenvolvidos para atuação nesses segmentos”.*

O objetivo deste questionamento foi identificar as estratégias inovadoras para o setor, advindas da P&DT, que possam contribuir para a evolução do setor. Foram apresentados pontos recorrentes de preocupação para o segmento, como a redução de perdas e a necessidade de qualidade da transmissão, que se incorporam aos questionamentos anteriores e que permitem conhecer mais profundamente o perfil das estratégias e inovações para o setor.

A questão quatro procurou investigar em qual segmento do setor energético se concentravam as pesquisas dos entrevistados e como foram feitas as escolhas do mercado em que iriam participar, cujo extrato de resposta está descrito a seguir.

Questão 4 - A empresa direciona o foco no que tange à pesquisa e inovação para qual setor de energia? Renováveis e não-renováveis? Como é feita essa escolha?

Fonte: A pesquisa

O entrevistado 2 absteve-se da resposta.

Chamou a atenção nos resultados obtidos o fato de somente dois entrevistados afirmarem que atuam no segmento de energia renovável, trazendo componente importante para a conclusão acerca dos direcionamentos dos esforços de inovação e também importante reflexão sobre a dependência dos combustíveis fósseis como fonte energética.

O questionamento realizado também trouxe para o debate a forma pela qual as escolhas para as pesquisas por segmento têm origem.

Entrevistado 3: *“Foco em energia não-renovável. Essa escolha foi feita a partir da área de atuação dentro da universidade e de assuntos pertinentes à época econômica presenciada”*

A ótica mercadológica domina o sistema; o retorno da pesquisa dado pelos entrevistados que apresentam o mesmo fundamento.

Entrevistado 4: *“Petróleo e Gás. Escolha feita pela oportunidade de emprego no mercado”*.

Entrevistado 3: *“Não renovável. Necessidade do país”*.

Entrevistado centro de pesquisa 3: *“Óleo e gás”*.

Entrevistado 6: *“A gente trabalha mais em renovável do que não renovável. Até bem pouco tempo atrás, era oitenta por cento”*. O entrevistado 6 também explicitou que a orientação de pesquisa pode ser definida pela demanda de mercado.

Entrevistado 7: *“Não renovável. Na verdade, eles situaram no campo da geração e distribuição, mas também no campo da utilização dessa energia. Então, e porque esse campo da utilização da energia é importante? Porque ela está ligada também com a conservação da energia”*.

Entrevistado 8: *“Não renovável”*.

Entrevistado 9: *“Não renovável em sua maioria de projetos. E também com alguns projetos no setor eólico”*.

Entrevistado 10: *“Renovável”*.

Entrevistado centro de pesquisa 2: *“A empresa atua nos dois segmentos, renovável e não renovável. O foco é no core business da empresa, mais para a*

*geração, sempre de olho no mercado e nas ações governamentais. O centro de pesquisas está mudando o foco. Não trabalha só com desenvolvimento de produtos, trabalha em parceria com as próprias empresas para o desenvolvimento delas, quando o assunto é inovação”.*

Dos entrevistados que manifestaram atuar no segmento de energia renovável, obteve-se a informação de atuação no segmento de energia solar e também no reaproveitamento de gases oriundos dos aterros sanitários.

Entrevistado 1: *“Pesquisa na área de energia limpa, do tipo energia solar fotovoltaica, por ser a mais sustentável e não poluente no momento. Entretanto, os materiais para sua concretização ainda são fabricados, utilizando-se de energia oriunda do petróleo”.*

A exposição do entrevistado 1 representa um componente que ainda carece de recursos para sua redução: o custo de células fotovoltaicas, o que representa, de acordo com a exposição, contradição entre o fato de existirem em abundância no território nacional, e, no entanto, serem caras, além de apresentarem partes produzidas com matérias derivadas do petróleo.

O centro de pesquisa 1 concentra sua atividade na geração de produtos e softwares para o mercado: *“Aqui temos soluções de software, quase nada em hardware, não temos o horizonte da inovação em sentido amplo. Não nos vemos com a perspectiva inovadora latente, pois ia requerer uma participação ativa dos atores, em especial daqueles que iriam aportar dinheiros. A maior parte do nosso trabalho é voltada para pesquisa aplicada e você sabe que o setor elétrico brasileiro tem muitos problemas e casos que, por vezes, ocorrem que não se entende o que aconteceu, como a explosão de um equipamento, uma linha que fica fora do ar; isso pode não ter uma explicação clássica e você contribui muito nesse sentido, com o uso da tecnologia, que nos permite uma pesquisa mais acurada em um campo de alguma coisa que ainda não existe”.*

Entrevistado 5: *“O meu estudo foi na área de aproveitamento do gás que sai dos aterros sanitários e, num momento seguinte, seria o aproveitamento dos rejeitos em outra fonte de energia. Não teve continuidade. Seria uma necessidade, principalmente das cidades, mas que não obteve incentivos para a realização e possível continuação do projeto”.*

A forte representação da exposição apresentada pelo entrevistado 5 consiste em um indicativo de que escolhas erradas representam o abandono e a pouca maturidade tecnológica em projetos inovadores para o setor.

A questão cinco procurou conhecer o destino das inovações, em relação ao desenvolvimento de produtos/processos quanto ao uso interno (U), abandono (A) ou comercialização (C) de seus produtos ou serviços.

#### Quadro 52 - 5ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 5 - Quais as ações da companhia em relação ao desenvolvimento de novos produtos quanto ao uso interno (U), abandono (A) ou comercialização (C) de seus produtos / serviços? Poderia, por gentileza, listar os tipos de produtos e serviços e classificá-los?

Fonte: A pesquisa

As respostas estão apresentadas na sequência. Os entrevistados 1 e 2 não responderam.

O entrevistado 10 reiterou que sua empresa, nesse quesito, tem um fluxo de processos avaliativos, chamado “*gates*”, que servem de termômetro para indicação de prosseguimento ou não em determinado projeto. Pode-se deduzir que os produtos oriundos das pesquisas são para comercialização.

Entrevistado 3: *“As pesquisas do nosso laboratório são conceituais com objetivo de disseminar conhecimento e produzir pensamento crítico, produzindo como resultado relatórios, notas técnicas e artigos disponíveis para a comunidade acadêmica e consulta para autoridades responsáveis pelo desenvolvimento do setor”*

Entrevistado 4: *“Rocha artificial, cujo projeto foi abandonado e Perfuração a Laser, também projeto abandonado.*

Entrevistado 5: *“Não teve utilização”.*

Entrevistado 6 abriu duas frentes distintas: *“Confecção de broca perfuratriz de rocha, uso interno da empresa que demandou o projeto”.* *“Alguma inovação como resultado de uma pesquisa, fruto de bolsa pública, ela tá disponível pra qualquer um usar, até porque foram recursos públicos utilizados”.*

Entrevistado 7: *“Uso para reduzir/substituir as fontes energéticas para a produção de bens, com a finalidade de produzi-las de maneira ambientalmente menos agressiva. A preocupação que se tinha era justamente com duas questões, a*

*questão da quantidade de energia necessária para produzir esses bens e a questão ambiental”.*

Entrevistado 8: *“Todos os desenvolvimentos são para os processos internos da empresa. Não é um produto que você vai comercializar, né. Então, ela tem os seus processos e a gente atua no sentido de melhorar os processos internos dela lá, de construção dos poços, enfim, exploração e produção”.*

O entrevistado 9 foi assertivo: *“Comercializar!”* O entrevistado 9 considera alguns projetos de uso interno, mas a comercialização é o foco da empresa: *“Existem outros projetos que você já desenvolve exclusivamente para serem internos e que depois você até perceber a possibilidade de transformá-los comercialmente”.* Para o entrevistado 9, os processos da empresa foram o principal veio inovador que derivou para os projetos: *“Durante um bom tempo investi de uma maneira muito forte no sistema six-sigma. Ela juntou essa tecnologia com o Lean, então hoje você tem o que a gente chama de Lean Six Sigma e essa ferramenta no início ela era usada prementemente dentro da empresa, para melhoria dos seus processos, e, conseqüentemente, para melhoria dos seus produtos. Então por exemplo, quando ela fazia um contrato de serviço, com uma determinada empresa, ela te dizia: Olha, além de te oferecer todos esses serviços, eu ainda vou te dar uma consultoria de Lean Six Sigma para que você melhore os seus processos internos. E acabou entrando uma coisa que foi desenvolvida internamente, para servir, para ser ofertado, entre aspas, comercialmente”.*

Entrevistado do centro de pesquisa 1: *“O aspecto de se chegar a ter um produto no mercado é algo que tem que ser olhado com calma. Nossos produtos principais são pesquisa e desenvolvimento que tragam uma solução para alguma coisa. Muitas soluções tecnológicas ficam disponíveis, mas nem sempre tem alguém disposto a utilizar”.*

Entrevistado do centro de pesquisa 3 *“Todo o esforço concentrado na área de óleo e gás, e um pequeno em uma planta fotovoltaica”.*

Entrevistado do centro de pesquisa 2: *“Linhas de pesquisa: soluções digitais para a cadeia produtiva, eficiência na produção, redução de custos. Saliento que usamos muito para uso interno, visto que o produto por nós desenvolvido normalmente tem uso externo, mas que nos beneficia também. A empresa presta serviços para os mais diversos setores do segmento energético brasileiro”.*

A questão seis buscou identificar, na visão dos entrevistados, a tendência das pesquisas no setor de energia que seriam portadoras de futuro e o grau de relação dessa tendência com a redução de perdas energéticas ou apropriação de recursos para novas formas de geração energética.

#### Quadro 53 - 6ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 6 - Qual a tendência das pesquisas no segmento de energia que o (a) senhor (a) identifica como sendo portadoras de futuro? Essa tendência está relacionada à redução de perdas energéticas ou apropriação de recursos para novas formas de geração energética?

Fonte: A pesquisa

As respostas são mostradas na sequência. O entrevistado 2 se absteve da resposta.

No que compete à tendência em geração de energia, ponto relevante para o resultado da pesquisa, há forte prevalência para a apropriação de novas fontes energéticas, tópico identificado como sendo de primazia para a criação de pesquisas futuras.

O entrevistado 10 frisou a perspectiva da sua empresa: *“As pesquisas na área de eólicas estão voltadas a digitalização do sistema para monitoramento 100% remoto, bem como mineração dos dados gerados por com um retorno quantitativo e qualitativo, ou seja, um retorno estruturado para tomada de decisão, onde o usuário”* *Aqui possa utilizar na manutenção preventiva, preditiva e potência gerada”*.

Para o entrevistado 6, as perdas energéticas estão diretamente relacionadas às tendências das pesquisas portadoras de futuro. *“Geração mais próxima do consumidor, de redes inteligentes, toda essa pesquisa”*.

O entrevistado 9 apresenta o mesmo pensamento: *no Brasil a gente está muito mais ligado ainda as perdas energéticas. A gente ainda tem muita ineficiência no nosso sistema como um todo. Já no exterior, eu te diria que o foco é muito mais em novas formas de energia. Ao mesmo tempo a gente está tentando resolver os nossos problemas de ineficiência, a gente já deveria começar a investir mais em novas fontes energéticas. Eu acho que o Brasil, até pela sua extensão territorial, a gente provavelmente em soluções bem interessantes. Eólica com toda certeza, solar, marés”*.

O entrevistado 8 também reforça a prevalência pelas energias renováveis, cuja assertiva reflete seu pensamento: *“Eu acho que é essa tendência de energias de fontes renováveis e cada vez fontes limpas”*.



Entrevistado 1: *“Essa tendência está relacionada à apropriação de recursos energéticos”*.

Entrevistado 4: *“Fusão Nuclear – Apropriação de novas fontes energéticas, pois seria uma fonte virtualmente inesgotável de energia e de menor impacto já criada”*.

Entrevistado 7: *“Eu vejo como uma preocupação que está relacionada as questões ambientais, e isso daí nós vemos a todo momento discussões sobre essa questão da poluição, as questões ambientais e as fontes, procurar substituir cada vez mais pelas fontes renováveis, embora haja uma grande pressão para que isso não aconteça em função dos interesses da indústria do petróleo. A tendência é que as pesquisas se concentrem em setores renováveis e ambientalmente sustentáveis. Apropriação de recursos para novas fontes energéticas”*.

Entrevistado do centro de pesquisa 1: *“Tais questões envolvem assuntos ambientais, sociais regionais e financeiras, além de questões técnicas. Tudo tem que ser seguido pela lei e você não sabe o que pode surgir em termos ambientais daqui a 10 anos, do que você não pode fazer ou daquilo que você deve fazer. Eu diria que, no futuro, a ideia que você tenha, uma geração no local será mais acentuada por causa das limitações de uso das terras, direitos e outras coisas. Hoje, as hidráulicas não rendem tanto quanto no passado, porque você não pode alagar uma área grande, nem alargar uma faixa de terra. A tendência que isso aí se limite ao longo dos anos, sendo interessante que a gente pudesse ter sempre a energia gerada em casa. A visão atual implica avaliar a necessidade de energia elétrica, sua tendência de crescimento na indústria, no consumo das pessoas e os centros de pesquisa precisam avaliar como aumentar a oferta de energia. A busca por novas fontes seria interessante”*.

Entrevistado do centro de pesquisa 3: *“Incrementar as pesquisas no segmento de óleo e gás, trazendo maiores ganhos de produtividade e, em contrapartida, garantido o fornecimento para o país, dentro do conceito de geração energética”*.

Entrevistado do centro de pesquisa 2: *“As tecnologias contribuem de forma intensiva para a redução dos custos de produção e também de distribuição e transmissão. A empresa busca aprimorar soluções digitais para a cadeia produtiva, eficiência na produção, redução de custos. Essa tendência de futuro da empresa tem por característica aproveitar as oportunidades. No contexto brasileiro, há*

*produtividade a melhorar dentro da cadeia produtiva no setor, ratificar a questão de custos, mas há um hiato grande entre as ferramentas que tornam a cadeia produtiva no país. Temos os problemas e temos os meios para realizá-los. Nesse caso, pode-se determinar que a atuação da empresa se dá na redução de perdas em energia”.*

Os entrevistados 3 e 5 apresentaram pontos de vista distintos dos demais:

Entrevistado 5: *“Todo estudo sobre energias renováveis, o intercâmbio, ou consorciamento com as fontes de energias, tais como aproveitar a rede de distribuição das hidrelétricas e nos lagos que se formam, instalar aero geradores, ou placas solares e assim, na época de estio, ter uma outra fonte de energia já disponível se direcionam para a redução de perdas energéticas”.*

Entrevistado 3: *“As pesquisas desenvolvidas estão relacionadas majoritariamente à redução de perdas energéticas”.*

Finalizando o eixo de P&DT, a questão sete objetivou investigar em qual segmento atuam os entrevistados: geração, distribuição ou transmissão de energia.

Esse questionamento é relevante pois permite definir as áreas de atuação dos entrevistados dentro do segmento energético, delineando o sentido das pesquisas a partir dos seus campos de ação.

#### Quadro 54 - 7ª Questão – Bloco 3 – P&DT no setor de energia

Questão 7 - O Sr. (a) tem trabalhado para qual segmento específico?
---

Fonte: A pesquisa

Os resultados são reproduzidos a seguir.

Entrevistado 1: Geração.

Entrevistado 2: Geração.

Entrevistado 3: Geração e distribuição.

Entrevistado 4: Geração.

Entrevistado 5: Geração.

Entrevistado 6: Geração.

Entrevistado 7: Distribuição.

Entrevistado 8: Geração.

Entrevistado 9: Geração.

Entrevistado 10: Geração e transmissão.

Entrevistado centro de pesquisa 1: Transmissão, distribuição e geração.

Entrevistado centro de pesquisa 2: Geração e transmissão.

Entrevistado centro de pesquisa 3: Geração e distribuição.

Pelos resultados, 7 dos 13 entrevistados atuam na área de geração de energia, 2 atuam na área de geração e distribuição, 2 atuam na área de geração e transmissão, 1 atua somente na distribuição e 1 atua na geração, distribuição e transmissão.

O centro de pesquisa 1 distribui assim sua participação na cadeia: 80% para transmissão; 10% para distribuição e 10% para geração.

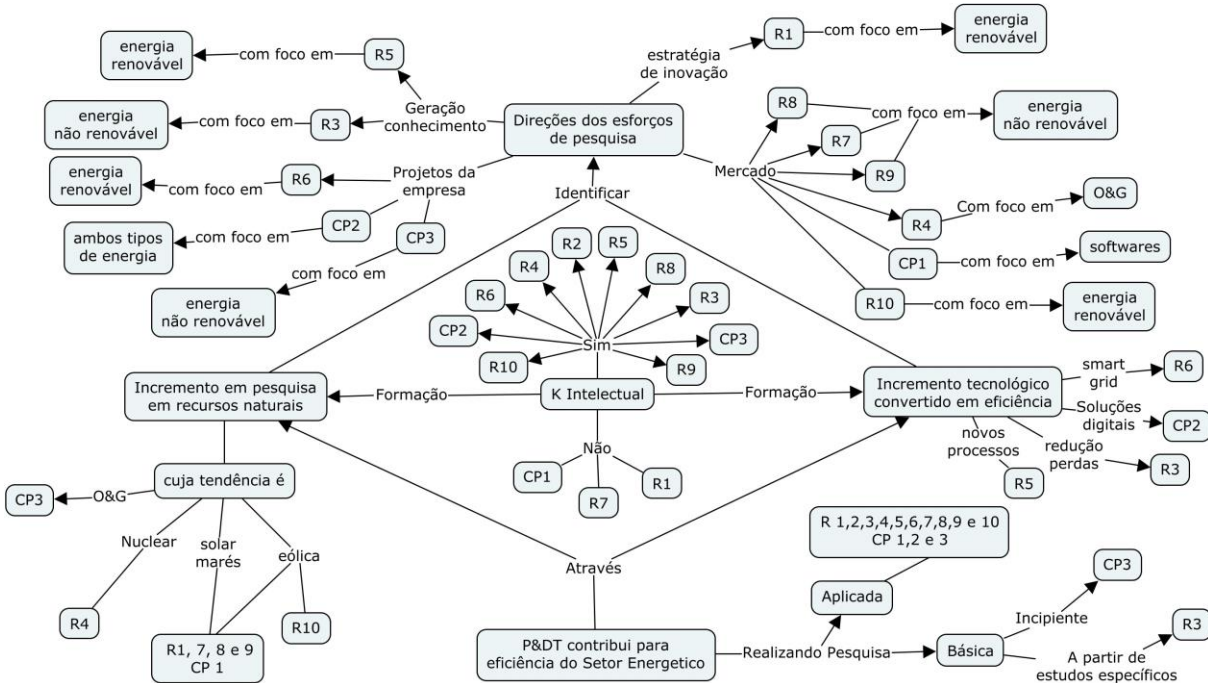
O centro de pesquisa 2 distribui assim sua participação na cadeia: 90% para geração; 10% para transmissão.

O centro de pesquisa 3 distribui assim sua participação na cadeia: 70% para geração; 30% para distribuição.

Como apontado por alguns entrevistados, as questões regionais, associadas à capacidade técnica do corpo de pesquisadores nacionais, podem contribuir sobremaneira para a supremacia energética do Brasil – que deverá ter o Estado com agente atuante em conjunto com os demais atores dentro do sistema nacional de inovação.

Um modelo de mapa conceitual foi desenvolvido com o intuito de criar uma rotina que seja de fácil compreensão acerca das premissas preconizadas para o segundo bloco de questões, que contribua para a compreensão dos objetivos delas advindos, e que está apresentado na Figura 28.

Figura 28 – Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - P&DT



Fonte: O autor com dados da pesquisa

A perspectiva de P&DT começa a partir da análise de sua contribuição para o setor energético brasileiro, que retrata o incremento em pesquisas em recursos naturais e incremento tecnológico para a eficiência do sistema, como demonstra a Figura 28. Por ela é possível identificar os *hubs* de formação de quadro qualificado para atuação no segmento no Brasil e a percepção da promoção de capacitação por parte dos entrevistados. As ramificações levam às direções dos esforços de pesquisa, sua ênfase e seu foco, o que pode ser explicado pelo alto índice de entrevistados atuantes no segmento de geração energética, pois, conforme análises anteriores, é nesse segmento específico da cadeia de fornecimento que se concentra a maior preocupação dos países, como ocorreu com o Brasil, após passar por momentos de racionamento energético e também por intempéries ambientais.

#### 4.4.4 Questões Bloco 4 – TRL como metodologia de análise

O quarto e último bloco de questões tratou da TRL como forma de mensuração dos níveis de maturidade das tecnologias previstas para o setor, objeto da questão número 1.

#### Quadro 55 - 1ª Questão – Bloco 4 – TRL como metodologia de análise

Questão 1 - O (A) Senhor (a) poderia descrever em qual estágio se encontram os projetos desenvolvidos em sua pesquisa?

Fonte: A pesquisa

Para fins da pesquisa, nenhum dos entrevistados pode mencionar o estágio dos projetos atuais por questão de confidencialidade. O entrevistador sugeriu deixar o padrão de avaliação da TRL – escala da TRL - com os respondentes para que estes devolvessem após aprovação dos níveis hierárquicos superiores. Tal sugestão não foi acatada pelos entrevistados.

Encerrando este bloco de perguntas, bem como todo questionário, foi solicitada a apresentação sobre o atual estágio da TRL nos centros de pesquisa. Visto a resposta negativa a partir do sigilo das informações referentes a projetos e, com o intuito de aproximar as respostas da questão 5 do terceiro bloco de entrevistas (*Quais as ações da companhia em relação ao desenvolvimento de novos produtos quanto ao uso interno (U), abandono (A) ou comercialização (C) de seus produtos / serviços? Poderia, por gentileza, listar os tipos de produtos e serviços e classificá-los?*) às premissas da TRL – *Technology Readiness Level* – o autor fez uma análise para classificar o estágio de cada uma das pesquisas que puderam ser descritas, apresentadas no curso dessa exposição.

Como os entrevistados 1 e 2 não se manifestaram, não foi possível validar o propósito da questão em curso.

#### Quadro 56 - 2ª Questão – Bloco 4 – TRL como metodologia de análise

Questão 2 - O (A) Senhor (a) poderia apresentar alguns projetos que ratifiquem o atual estágio da TRL em seu centro de pesquisa?

Fonte: A pesquisa

##### **Entrevistado 3:**

- Pesquisas Conceituais, pesquisa básica e documental – TRL entre (1) (2) Baixo nível de maturação tecnológica que é usada para o básico. Investigação científica ainda incipiente. Nível ainda especulativo de tecnologia. Experimentos são pouco observados, sem prova empírica de sua funcionalidade.

##### **Entrevistado 4:**

- Rocha artificial e Perfuração a Laser - TRL entre (3) Análise de equipamentos e processos e a prova de conceito foram demonstrados em um ambiente simulado e (4) Ensaios em escala laboratorial de sistemas de equipamentos /processos foram realizados num ambiente simulado.

Neste ponto a validação de conceitos suportará o ensaio em P&D ainda na sua fase embrionária, não requerendo maior robustez. Projetos abandonados. Ainda em fase de análise de custos.

#### **Entrevistado 5:**

- Indicou que os projetos desenvolvidos não tiveram utilização, mas não descreveu os projetos, permitindo-se inferir que se situa na TRL (3), onde, nesta etapa se verifica o início dos processos de P&D.

Envolve estudos científicos com pesquisas empíricas que validem sua aplicabilidade.

#### **Entrevistado 6:**

- Salientou que tem trabalhado mais no que tange a Regulação do setor como forma de promoção de fontes renováveis, visando seu aperfeiçoamento para a entrada de novos investimentos no país, pela classificação do entrevistado, situa-se na TRL (6), cujo nível, na qual a demonstração “ambiental é de grande relevância, traduz a fidelidade das pesquisas.

#### **Entrevistado 7:**

- Substituição de fontes energéticas – TRL (9) O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional.

Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Processo usando em grande escala.

#### **Entrevistado 8:**

- Desenvolvimento de tecnologias para exploração de poços, chamados de “poços inteligentes”, usando fibra ótica.

Nos casos dos poços terrestres, indica-se a TRL (9) - O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional - pois passou do projeto-piloto para a fase de aplicação.

Para os poços oceânicos, indica-se a TRL (8) - Os resultados dos testes do sistema na sua configuração final sob a gama esperada de condições ambientais em que ele vai ser esperado para operar. Avaliação para determinar se o teste irá atender as necessidades operacionais. Não se obteve a TRL (9) para operação final porque essa tecnologia, não suporta ambientes tão agressivos e hostis quanto a exploração do pré-sal em águas profundas e ultra profundas.

**Entrevistado 9:**

- Termoelétrica a álcool - indica-se a TRL (9) - O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional. A usina está em funcionamento.
- Projetos de inteligência artificial. Máquinas antecipando mudanças no *grid* produtivo energético, antecipa-se rupturas ou necessidades de manutenção no sistema com periodicidade preventiva, evitando-se colapso no sistema e direcionando para outro eixo produtivo dentro da matriz energética. Indica-se a TRL (3), onde, nesta etapa se verifica o início dos processos de P&D.
- Plataforma Predix - É um sistema operacional. Funciona por meio de aplicativos que integram toda a cadeia industrial. A coleta de dados em *real time* permite otimizar a operação, cuja previsão para 2020, é o processamento de mais de um milhão de terabytes por dia - indica-se a TRL (8) - Os resultados dos testes do sistema na sua configuração final sob a gama esperada de condições ambientais em que ele vai ser esperado para operar. Avaliação para determinar se o teste irá atender as necessidades operacionais.

**Entrevistado 10:**

- Turbina (4.8 MW) para cobrir fazendas de baixo e médio ventos (em termos de velocidade) para geração de energia e reduzir as perdas energéticas ao longo da cadeia produtiva. TRL (9) O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional.

Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Em uso e operando.

**Centro de pesquisa 1:**

- Linha de potência natural elevada (há poucos clientes) – TRL (4) Ensaio em escala laboratorial de sistemas de equipamentos / processos foram realizados num ambiente simulado.

Neste ponto a validação de conceitos suportará o ensaio em P&D ainda na sua fase embrionária, não requerendo maior robustez. Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Projeto aguarda redução de custos e maior demanda dos clientes.

- Relógio de medição – TRL (9) O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional.

Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Em uso e operando.

### **Centro de pesquisa 2:**

- Algoritmo para monitoramento e diagnóstico de transformadores - TRL (9) O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional.

Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais. Em uso e operando.

- Baterias de armazenagem - TRL (8). Nesse ponto, todas as tecnologias foram testadas e passam por validação. Aqui se encontra o efetivo desenvolvimento da P&D.

### **Centro de pesquisa 3:**

- Projetos em óleo e gás, já maduros e em uso indicativo da TRL (9) . O equipamento / processo real funcionou com sucesso em todo o ambiente operacional.



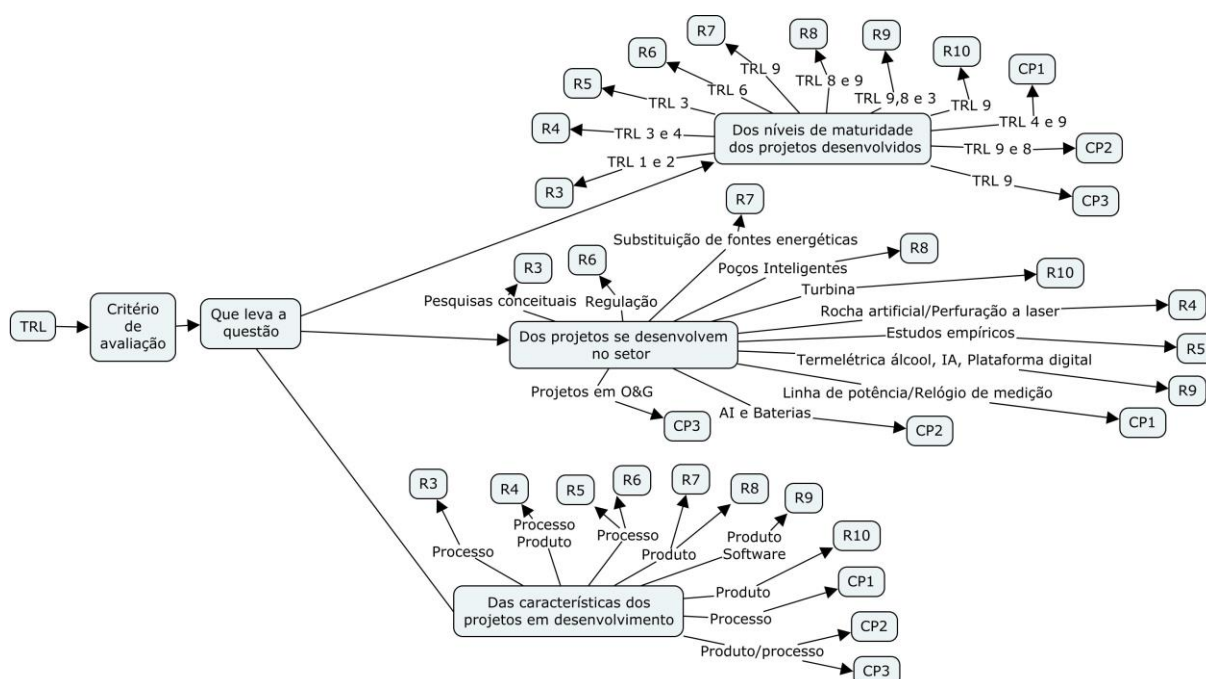
Aqui se encontram as tecnologias em elevado estágio de maturidade. Pequenas correções podem ser observadas, mas, em se tratando de P&D, novas tecnologias podem ser agregadas independentes de melhorias incrementais.

- Projetos fotovoltaicos ainda incipientes, indicando uma TRL entre (3) e (4), nesta etapa se verifica o início dos processos de P&D. Envolve estudos científicos com pesquisas empíricas que validem sua aplicabilidade.

Neste ponto a validação de conceitos suportará o ensaio em P&D ainda na sua fase embrionária, não requerendo maior robustez.

Um modelo de mapa conceitual foi desenvolvido com o intuito de criar uma rotina que seja de fácil compreensão acerca das premissas preconizadas para o primeiro bloco de questões, que contribua para a compreensão dos objetivos delas advindos, e que está apresentado na Figura 29.

Figura 29– Modelo Conceitual Sintético das Entrevistas - TRL



Fonte: O autor com dados da pesquisa

A análise apresentada na Figura 29 é indicativo das tendências de pesquisa no segmento energético brasileiro. Centrada na TRL, que busca levantar questões

sobre a maturidade tecnológica, dos tipos de projetos em desenvolvimento e das características desses projetos, tem-se o elemento central de uma análise que abarca os centros de pesquisa e a percepção dos professores-pesquisadores. Há notória divisão entre projetos desenvolvidos com fins e processo e geração de novos produtos, um indicador de maturidade flutuante, inferidos a partir da análise do entrevistador com a TRL (9) sendo representada sete vezes entre os entrevistados, onde sobressaiu-se em projetos na área de energia renovável e a busca de soluções de processo que redução as perdas energéticas.

#### 4.5 Discussão teórica

Os resultados obtidos através das entrevistas mostraram que o pensamento acerca da necessidade de incentivo à pesquisa que leve ao desenvolvimento do setor energético brasileiro consiste em um fator primordial.

Nesse quesito, tanto os centros de pesquisa, quanto os professores puderam apontar que os custos são impactantes para a perenidade dos projetos de pesquisa que adensem a Matriz Energética nacional, visto que, ainda hoje, muito se investe em renováveis de alto custo, como a construção de usinas termelétricas (RONDINELLI; SILVA, 2015), assertiva que encontra respaldo em Tolmasquim (2007) e Bueno (2013), ao tratarem da diversidade da Matriz Energética como fator de competitividade e da tecnologia como fator preponderante para a redução de custos. Propõem ainda que, por conta do dinamismo do setor, “fontes que, em um dado momento, custam muito ou são muito poluentes, podem se tornar muito competitivas a partir do desenvolvimento tecnológico”.

Outro ponto salientado disse respeito à incertezas das fontes geradoras, explicação para a qual concorrem Goldemberg (2015) – para quem a exaustão das reservas e a segurança no abastecimento são pontos críticos na geração energética – e Dincer e Acar (2015), autores para os quais “um dos maiores desafios do mundo é atender às crescentes demandas de energia de uma maneira sustentável”, visto que o crescimento populacional iminente trará não só novos padrões de vida, como também novas necessidades produtivas.

Foi importante aferir que a preocupação regional se fez presente quando a discussão incluiu a análise macro ambiental de fornecimento energético. Houve

manifesta preocupação com as perdas energéticas ao longo da cadeia distributiva, mesma preocupação que apresenta Kostevšek et al. (2015).

Para os autores, descentralizar a produção energética pode ser uma alternativa, pois cria novos campos de conhecimento, ampliando a difusão da PD&T do setor. Em relação à perda durante a transmissão ao longo da cadeia, os autores apresentam o conceito de Setores de Energia Localmente Integrados (LIES), que busca integrar o fornecimento entre todos os usuários finais da cadeia energética, com intenção de reduzir o consumo de energia e garantir o fornecimento de forma sustentável (KOSTEVŠEK et al., 2015).

Quando o tema trouxe para discussão o aspecto da inovação no setor, a necessidade de políticas que garantam as pesquisas no setor de energia foi evidente. A participação do Estado como agente inovador foi salientada.

Santos et al. (2014), destaca a inovação com base em pesquisa como primordial para o desenvolvimento do setor, quanto para Bajay (2013), para quem o Estado deve ter “papel central para formular políticas energéticas claras e estáveis”, reforçando ainda que os organismos governamentais precisam ratificar projetos que garantam a expansão do setor energético nacional.

O Sistema Nacional de Inovação no setor poderá trazer maior difusão tecnológica e conhecimento adquirido em pesquisas no processo de aprendizado formal e decorrente das parcerias entre centros de pesquisa e alianças com empresas (TIDD; BESSANT e PAVITT, 2008).

De fato, Berman (2007) já realçava a necessidade produtiva frente às possibilidades de pesquisa, visto que os recursos necessários para tal não dependem exclusivamente dos fundos governamentais – mesmo por força de lei – mas, sim, de um conjunto de atores com interesse na pesquisa.

Mesmo se apresentando considerações como “modestas” ou “insignificantes”, a participação do estado na construção do sistema inovador é essencial. O setor energético tem relevância de modo que, não sendo bem administrado, gera complicações econômicas severas. A necessidade de regras que ajustem a expectativa do Estado com a perspectiva empresarial e suas respectivas atribuições nesse contexto deve ser essencial para formalização de efetivas parcerias entre o público e o privado (HAGE, 2012).

Sobre esse pensamento, corrobora o proposto por Bajay:

Apesar de se conhecer diversas histórias de sucesso, o compartilhamento de mercados competitivos por empresas estatais e empresas privadas é sempre controverso, requerendo regras claras que definam os objetivos das primeiras e as condições de contorno sob as quais elas devem operar. É particularmente importante a existência de uma “muralha chinesa” separando suas atividades estratégicas/sociais de suas atividades competitivas (BAJAY, 2013, p. 7).

A parceira a que se refere Hage também foi temática presente nas entrevistas, em especial, quando do interesse da coletividade e da percepção do cliente privado, de que a parceria também poderá lhe ser vantajosa.

A inovação em pesquisa perpassa os pilares para sua construção (TIDD; BESSANT e PAVITT, 2008) e as condições mercadológicas e de interesse geral para que essas sejam implantadas, que permitam o uso intensivo de mão-de-obra qualificada e criem condições para que as fontes renováveis sejam utilizadas a baixo custo (MELO e CZARNOBAY, 2014).

O Estado como provedor de um sistema inovador em P&DT precisa se renovar, discutir de forma mais intensa o melhor uso de energia – que abranja o território total ou parcial –, viabilizando parcerias estratégicas para a continuidade das pesquisas no setor, preferencialmente com um modelo planejado de longo prazo, que considere a integração de novas tecnologias e que satisfaça as necessidades de consumo (MIRAKYAN e DE GUIO, 2013); (AHMED et al. 2015); (PRASAD; BANSAL e RATURI, 2015).

A complexidade dos projetos para o setor energético depara-se com a assertiva de Fuchs (2014), segundo o qual “as decisões sobre o uso de tecnologias específicas, como a nuclear e renováveis foram o resultado de intenso estudo e investimento”. Ao longo da pesquisa, pode-se perceber o direcionamento que cada centro de pesquisa dá para sua área de atuação específica e também como os pesquisadores nela atuaram.

A TRL serve como importante elemento para esse tipo de análise. Ao se propor pesquisa básica ou aplicada, tanto os centros de pesquisa, quanto os pesquisadores em si puderam estabelecer parâmetros para os projetos desenvolvidos, cujos atributos foram imputados pelo autor, evitando-se subjetividade na análise (TILLACK et al., 2011). Percebeu-se pela exposição – apesar da impossibilidade de validação dos projetos para o setor em andamento – que as TRL’s se concentram em novos processos produtivos, por conta da maturidade do segmento (RYBICA; TIWARI e LEEKE, 2016), em detrimento da pesquisa de novas

fontes ou mesmo incremento das já existentes, como a eólica e a solar, particularmente caras em sua distribuição, em contraponto ao fornecimento perene por questões ambientais, o que não permite à TRL mensurar (GIL; ANDRADE e COSTA, 2014).

Percebe-se, outrossim, uma concentração de pesquisa no segmento de geração energética via novos processos e equipamentos, para que se possa garantir a segurança no suprimento para o país.

Para melhor visualização, tendo por base os códigos gerados após análise qualitativa das entrevistas – os pontos mais ressaltados pelos entrevistados - foi gerada a Figura 30.

Figura 30 - Codificações mais citadas



Fonte: O autor com dados da pesquisa

\* PP – Políticas Públicas

\*\* ME – Matriz Energética

\*\*\* ER – Energias Renováveis

Como síntese da análise, quanto mais próximo à extremidade, mais acentuada é a relevância do código.

A participação estatal no setor de energia foi a manifestação que mais sobressaiu na pesquisa, como exposto na análise dos resultados, fruto de maior necessidade da participação estatal e do interesse privado no segmento, no que se refere ao estímulo para ações de pesquisa e desenvolvimento.

Outro ponto diretamente ligado à participação do Estado diz respeito às estratégias de inovação para o setor, preocupação quando da análise da pesquisa. Cassiolato e Lastres (2000) salientam a forma pela qual os sistemas de inovação se estabelecem e o papel de cada ator dentro desse modelo.

Por fim, a importância das políticas públicas para o setor de energia demonstra a necessidade de ações permanentes no que tange à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que as torne comercialmente viáveis e estimule a concentração de inovações produtivas ao longo da cadeia energética.

## 5 CONCLUSÃO

Energia é vital para a sociedade; do mais simples apelo doméstico, às grandes produções industriais, a energia se faz presente.

Analisar um setor com características tão distintas quanto o setor energético é desafiador. Dos objetivos propostos que foram entremeados pela revisão da literatura às entrevistas, pode-se penetrar no cenário de um segmento de elevado nível tecnológico e muito reservado, explicado por ser de grande interesse nacional.

A discussão apresentada no item 2.1, relacionada à matriz energética, contemplou as características que a configura como elemento crítico para o desenvolvimento nacional, tratada como questão de segurança nacional, que motiva constantes pesquisas no setor.

Pelos resultados obtidos, pode-se constatar, de fato, a preocupação quanto ao esforço de pesquisa, para que se ratifique essa pujança hidráulica e reduza a dependência fóssil e climática, em oposição à formação de uma matriz diversificada que possibilite a segurança energética.

Neste espaço, o cenário político-institucional brasileiro tem sido ponto negativo para o sistema energético nacional, visto que a crise levou ao enxugamento de projetos, redirecionou as fontes de financiamento e trouxe, a reboque da redução do PIB, a recessão, que impacta a atividade econômica nacional.

Outros esforços são empenhados no sentido de incrementar a pesquisa no setor energético, via uso intensivo de tecnologia para viabilizar a exploração de novas fontes energéticas, como manifesta a preocupação de Goldemberg (2015) quanto à finitude das reservas brasileiras.

Tendo por parâmetro Almeida e Melo (2012), a pesquisa indicou que a inovação permite vislumbrar menores custos e maior concentração tecnológica, com referência a uma passagem que reforça o fato dos centros de pesquisa não ficarem somente em uma linha de atividade, buscando estabelecer um novo marco tecnológico que contribua para a formulação de uma nova matriz energética.

Quando se discutiu o sistema nacional de inovação e o papel do Estado, temática apresentada no item 2.2 desta tese, o posicionamento dos respondentes quanto a atuação do Estado nesse sistema expressou o risco derivado da continuidade no padrão da PD&T dentro dos padrões exigidos pelo Governo, o que pode comprometer a exploração de fontes não convencionais, em razão do alto

custo de financiamento da PD&T e alto risco, geralmente, mais experimentados no âmbito da pesquisa básica e suportados por investimento público. Como instrumento de coordenação, o governo definiu suas expectativas em relação ao esforço nacional de inovação na ENCTI 2016-2019. Mas, ao mesmo tempo, em que restringe a oferta de recursos de fomento à PD&T mesmo nos setores essenciais ao desenvolvimento.

Além disso, a revisão do marco regulatório assim como a atual precarização do Estado nacional são elementos importantes para o desenvolvimento do setor, que deverá buscar políticas mais eficientes que garantam a eficácia da transformação energética pela qual passará o Brasil em curto espaço de tempo, devendo conciliar a oferta de energia limpa com a segurança energética prevista na ENCTI do Governo Federal...

As vantagens competitivas preconizadas por Tidd, Bessant e Pavitt (2008) contemplam a reconfiguração das partes ao longo de um processo, sendo esse item relevante para o restabelecimento das relações entre os atores responsáveis pelas pesquisas e aqueles que as fomentam, sejam públicos ou privados. Como demonstrou a análise do material apenso a esta tese, essa relação também é dúbia: sem Estado, sem pesquisa; sem empresa privada, reduz-se a capacidade de apropriação pelo mercado da nova tecnologia.

Apesar de nenhum dos entrevistados ter declarado o volume dos investimentos públicos, parece claro a eles que parcerias e apoios financeiros são condições essenciais para desenvolvimento de projetos. Mesmo no caso das P&D em empresas privadas. O acesso ao recurso existe; há obrigações legais e também há interesse do Estado em financiar pesquisas no setor, através dos diversos órgãos e operações – apresentados no item 2.3 deste estudo – que garantam o financiamento para a aquisição de novas tecnologias.

Outro ponto de destaque diz respeito à necessidade de modernização da máquina estatal, no tocante ao financiamento de projetos para o setor, olhando o setor de energia como um todo, planejando-o com mais eficiência e viabilizando financiamentos para tal.

Atualmente, nos programas geridos pela ANEEL e projetos financiados pela FINEP, por exemplo, têm prevalecido projetos relativos à distribuição e transmissão, em parte pela concentração dos investimentos em geração e a necessidade de atualização tecnológica do setor.



Mesmo assim, do ponto de vista da coordenação dos investimentos, Estado é visto como um ente burocrático e segregacionista, em razão dos critérios de distribuição dos investimentos e da grandiloquência dos grandes projetos. A regionalização da PD&T no setor de energia deveria acompanhar recursos disponíveis e demandas regionais. O processo de concessão é altamente complexo, o que dissipa a energia de pequenos e médios atores da cadeia produtiva e de PD&T.

O uso do *Technology Readiness Level*, item 2.4, para estimar os níveis de maturidade tecnológica dos projetos desenvolvidos para o setor energético brasileiro ficou prejudicado, uma vez que os entrevistados não forneceram um elenco de projetos de pesquisa em andamento que justificasse uma análise de maturidade tecnológica. Porém, ainda que de forma incipiente, e mediante um esforço de monitoramento do pesquisador, em explicar a cada entrevistado como se dá a gradação da TRL, obteve-se uma avaliação tentativa e, ao final, permitiram algumas considerações:

- 1) O atual estágio das inovações situa-se próximo à TRL 9, segundo a visão dos entrevistados dos centros de pesquisa que desenvolveram **Processos/software** para o setor;
- 2) Entre os pesquisadores que atuam na área de energia que têm ou tiveram trabalhos realizados no setor, as percepções destoam desse todo, com a TRL oscilando entre 3 na categoria “Análise de equipamentos/processos e prova de conceito em ambientes simulados” e 9 quando se aplica a TRL para **processos/produtos** – grifo do autor - de inovação.

A análise das entrevistas apontou também que a categorização por níveis da TRL seria comprometida, pois, para muitos dos entrevistados, são poucos ou raros os equipamentos/software/processos/produto que são, de fato, abandonados, por vezes aguardando o movimento do mercado e do governo para que sejam refeitos e verdadeiramente aplicados.

Em relação ao objetivo geral e o problema de pesquisa, ambos relacionados à identificação das prioridades, concentrações e direções dos esforços de P&DT no setor energético brasileiro, os resultados mostraram que:

- i. As prioridades de pesquisa ainda estão fortemente arraigadas nas energias não-renováveis, em especial por conta das reservas do pré-sal, que ainda

abarca a maior parte do direcionamento de recursos bem como a disponibilização de capital intelectual. A **continuidade** das pesquisas no segmento **energético não-renovável** destoa do discurso de tornar a matriz energética nacional menos dependente dessa modalidade de fornecimento, muito em razão da perspectiva de exploração do pré-sal e perspectivas de geração originadas do seu processo de transformação, o que, de certa forma. A expectativa de pujança do pré-sal conduz as atividades de pesquisa no setor energético. Essa intensidade da pesquisa também pode ser justificada pela quantidade de Parques Tecnológicos existentes no Brasil, apresentada na discussão teórica sobre pesquisa e desenvolvimento;

As análises também revelaram que **o setor de geração energética** compreende o segmento do setor energético que mais concentra expectativas de pesquisa, o que pode ser justificado pela mudança no segmento de energia brasileiro a partir dos anos 90, com maior regulação nas áreas de distribuição e transmissão, que se configuram como um “monopólio disfarçado”, fruto da política de concessão de bem público, regulado por lei e operado pela ANEEL. A legislação, àquela época, permitiu a livre competição no segmento de geração energética, com a abertura para novos *players* internacionais, o que acarretou o adensamento da cadeia produtiva nesse segmento com a entrada de empresas especializadas e fomentou a participação dos centros de pesquisa na busca por novas soluções para o segmento.

- ii. As concentrações estão diretamente relacionadas ao empenho em formar pessoal qualificado, dentro da ótica de interação entre os agentes de um cenário, cujo aprendizado pode resultar em benefícios para toda cadeia produtiva (LUNDVALL, 2010; KIM, NELSON, 2005), considerando-se a atenção aos fatores mercadológicos que conduzem a pesquisa para o preparo e geração de conhecimento, criando a circunstância ideal para a implantação da pesquisa em si e que fazem parte da estratégia nacional para promoção e desenvolvimento da ciência e tecnologia, cujo incentivo se dá, principalmente, por meio do financiamento público através da concessão de bolsas de pesquisa, estando a pesquisa centrada na pesquisa aplicada, propenso que é o setor ao atendimento das demandas energéticas de curto prazo, retardando o efetivo investimento em energias renováveis, como a

solar e a eólica, mesmo com o atual nível de investimento. A **pesquisa aplicada** mostra a necessidade de transformar em resultados as premissas conceituais dos projetos desenvolvidos no setor e também o foco da pesquisa, que indica uma tendência de mercado intensivo, ao menos no tocante a processos e equipamentos;

- iii. Os resultados também foram reveladores no sentido de apontaram o direcionamento da pesquisa no setor energético brasileiro, com a intensificação de pesquisas em novas fontes de energia – preferencialmente renováveis – para a apropriação energética dentro da matriz brasileira, fruto dessas pesquisas.

A modernização do país abarca todo gênero de necessidades. A energia hidráulica, ainda a mais utilizada para geração elétrica, tem sua estrutura de fornecimento dependente de aspectos climáticos. Trazer novas tecnologias – e baratas – é preponderante para que se aproprie dos recursos disponíveis como novas formas de geração de energia. Regionalizar as pesquisas, como apontado por alguns entrevistados ao longo das entrevistas, pode ser uma alternativa de desenvolvimento apropriada para o Brasil.

Uma descentralização produtiva pode ser pertinente a partir do momento que aproxima produtor do consumidor e permite ganhos de escala.

Assim sendo, as limitações impostas ao estudo estão diretamente ligadas ao número de entrevistados, às dificuldades político-institucionais, à natureza sigilosa das informações – especificamente para indicação de modelos de projetos e fontes de financiamento - e a um viés de conhecimento humano que pode limitar o instrumento de pesquisa, mas que ainda assim permitiu compreender as sutilezas de um setor tão complexo quanto o de energia, residindo aqui as perspectivas de futuras pesquisas, que possam trazer maior clareza acerca dos níveis de maturidade das tecnologias existentes para o segmento energético brasileiro – em especial na cadeia de fornecimento e distribuição - e também qual projeto inovador para o setor tem sido o eixo estruturante fundamental para as pesquisas.

Associar os níveis de maturidade tecnológica com os projetos desenvolvidos para o setor energético do país e sua efetiva contribuição para geração energética é um viés de pesquisa que se abre a partir das premissas desta tese.

Permitiu-se com esse trabalho validar a necessidade de maior integração entre os atores, mais participação das empresas privadas, através de incentivos para a pesquisa, e participação do Estado como articulador das políticas de inovação, modernizando a infraestrutura industrial e fomentando a pesquisa básica, uma vez que o setor energético é importante condutor do crescimento econômico, a partir do momento que garanta o suprimento energético, a inclusão social e o desenvolvimento sustentável, demonstrando o estudo que a necessidade de um projeto de **governança** para o setor é imperativo para que se alcancem as metas estratégicas planejadas e que respondam ao desafio do desenvolvimento de novas fontes de energia, garantia de suprimento energético e tornar o Brasil competitivo para, com base nas fontes de energia previstas, tornar-se fornecedor em âmbito internacional.

Para futuros estudos, está aberto, como análise das entrevistas, a perspectiva de geração local de energia, a intensificação das redes inteligentes que garantam segurança energética, o estudo mais aprofundado da regulação do setor energético brasileiro, bem como a apropriação tecnológica, via nacionalização, a partir do momento em que a pesquisa trouxe indicativos de que ainda mais se copia tecnologia do que se produz.

Em síntese, o presente estudo permitiu ratificar que as pesquisas continuam sendo realizadas em alto nível de conhecimento, e o conjunto da análise permitiu compreender que a tecnologia ora existente no Brasil possibilita vislumbrar que o aumento da eficiência no setor energético é possível, tendo como base o incremento tecnológico via inovação, que trará mais efetividade ao setor produtivo, otimizando processos e reduzindo custos.

## REFERÊNCIAS

AHMED, S; Elsholkami, M.; Elkamel, A.; Du, J., Ydstie; E. B.; Douglas, P. L. “New technology integration approach for energy planning with carbon emission considerations”. **Energy Conversion & Management**. 95, p. 170-180, May. 2015.

ALMEIDA, M. F. L.; MELO, M. A. C. “Gestão da tecnologia e aprendizagem organizacional: evolução das práticas de uma empresa brasileira de energia na direção do desenvolvimento sustentável”. **Parcerias Estratégicas**, v. 15, n. 30, p. 279-296, 2012.

ANDRADE, E.T.; CARVALHO,S.R.G.; SOUZA, L.C. “Programa do Proálcool e o etanol no Brasil”. **Engvista**, V. 11, n. 2. p. 127-136, dezembro 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Temas para investimento em P&D**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=641>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Atlas da Energia Elétrica no Brasil**. Brasília, 2ª edição. 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília, 2012.

ARBIX, G. TOLEDO, D. “Por que o Brasil precisa de uma política de inovação tecnológica para o pré-sal?” **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** Brasília, 2013.

ASCHHOFF, B. “The Effect of Subsidies on R&D Investment and Success”. **Do Subsidy History and Size Matter?**, junho. 2009.

BAJAY, S. V. “Avaliação crítica do atual modelo institucional do setor elétrico brasileiro”. **Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético** –Departamento de Energia da Universidade Estadual de Campinas, 2013.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Disponível em <http://www.bndes.gov.br>. Acesso em 16 fev. 2017.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Programa de Micro e Pequena empresa inovadora. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-mpme-inovadora>. Acesso em 16 fev. 2017.

BASTOS, E. S.; ROSA, Maycon P.; PIMENTA, M. M.. “Impactos da operação Lava-Jato e da crise internacional do petróleo nos retornos anormais e indicadores contábeis da Petrobras 2012-2015”. **XVII Congresso Nacional de Administração e Contabilidade**, 2016.

BERMANN, C. “Impasses e controvérsias da hidroeletricidade”. *In: Estudos avançados*. Brasília, 2007.

BLIND, K. “The influence of regulations on innovation: A quantitative assessment for OECD countries”. *Research Policy*. Volume 41, Issue 2, Março. 2012.

BORCHARDT, M. SELLITTO; M. A.; PEREIRA, G. M.; POLTOSI, L. A. C. “Implementação do EcoDesign: Um estudo de caso na indústria eletrônica”. **XXVII Enegep**. Foz do Iguaçu, 2007.

BORGES, F. Q. “Indicadores de sustentabilidade para a energia elétrica no Estado do Pará”. *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 15, N. 2, p. 119-151. 2009.

BORGES, M. N. “Ciência básica: caminhos e perspectivas”. *Parcerias Estratégicas*, v. 16, n. 32, p. 403-420, 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2015-2024). Série estudos da demanda. Brasília. Fevereiro, 2015.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Livro azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fundos Setoriais**. Disponível em < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view>> Acesso em: 25 jan. 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2016-2019**, Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, junho. 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2015-2024). **Série estudos da demanda**. Brasília, fevereiro, 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, 2016.

BRASIL. ADVOCACIA-GERAL DA UNIÃO. Apresentação de Bruno Monteiro Portela. **Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação LEI Nº 13.243/2016**.

BRAGA, C. F. G. V.; BRAGA, L. V. Desafios da energia no Brasil: panorama regulatório da produção e comercialização do biodiesel. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, n. 3, p. 751-762. 2012.

BRITISH PETROLEUM. BP statistical review of world energy 2016. Disponível em: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> . Acesso em: 26 janeiro 2017.

BRONZATTI, F. L. NETO, A. I. Matrizes energéticas no Brasil: Cenário 2010-2030. **XXVIII Enegep**. Rio de Janeiro. 2008.

BUENO, J. A Matriz Energética Brasileira: Situação Atual e Perspectivas. (2013).

CAMARGO, C. R., DA ROCHA, A. C., KNEIPP, J. M., FRIZZO, K., & GOMES, C. M. “Gestão do uso de energia e desempenho inovador sustentável na cadeia de suprimentos da indústria mineral: o caso das empresas alumínio e ferro-níquel”. **XV Congresso latino ibero-americano de gestão de tecnologia**, Portugal. 2013.

CARDOSO T. L. M. análise de riscos da aplicação de nova tecnologia. **68º Congresso Anual da ABM**. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2013.

CARVALHO, M. C. Financiamento da geração hidrelétrica de grande porte no Brasil: evolução e perspectivas. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CARVALHO, R. de Q. C.; dos Santos, G. V. “Gestão de P&D+ i em uma Empresa Pública do Setor Elétrico Brasileiro: decisão estratégica ou imposição regulatória”? **Gestão Pública: Práticas e Desafios**, v. 5, n. 1, 2015.

CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H. “Sistemas de inovação: políticas e perspectivas”. **Parcerias estratégicas**, n. 8, maio, 2000.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. “Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective? **Globelics working paper series**, 2005.

CASTRO, A. C. Políticas de inovação e capacidades estatais comparadas: Brasil, China e Argentina. **Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**.- Brasília: Rio de Janeiro : Ipea , 2015.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Prospecção Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro**. Brasília, 2017.

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.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e inovação: Implicações para políticas no Brasil – Brasília**, 2010.

CINTRA, A. M. M. “Determinação do tema de pesquisa”. **Revista Ibict**. Vol 2. Brasília. 1982.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPQ. Disponível em <http://cnpq.br/painel-de-investimentos>. Acesso em 16 fev. 2017.

COELHO, S.; ESCOBAR, J.F; PECORA, V.; COLUNA, N. “Geração de eletricidade com biomassa no Brasil – perspectivas e barreiras”. **3º Anuário Brasileiro das Indústrias de Biomassa e Energias Renováveis**, p. 46-54. 2015.

COOPER, D. R. SCHINDLER. P.S. **Métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman. 2003.

CRESWELL. J.W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. Porto Alegre: Penso. 2014.

DA COSTA, F. J. P.; RODRIGUES, M. G. “Reflexões Sobre a Sustentabilidade Ambiental no Brasil”. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 99-110. 2013.

DEPARTMENT OF NATIONAL DEFENCE. A Technology Maturity Measurement System for the Department of National Defence The TML System, Quebec, 2006.

DET NORSKE VERITAS (DNV) Qualification of New Technology, 2011. Disponível em <http://www.detnorskeveritas.com/>. Acesso em: 16 fev.2017.

DINCER, I; ACAR, C. “A review on clean energy solutions for better sustainability”. **International Journal of Energy Research**. 39, 5, 585-606, Apr. 2015.

DUTRA, J. Uma Agenda Para o Desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: <http://visoesdosetoreletrico.com.br/uma-agenda-para-o-desenvolvimento-do-setor-eletrico-brasileiro-joisa-dutra/>. Acesso em 24 jan, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico da Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 2015.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. Disponível em <http://www.finep.gov.br>. Acesso em 16 de fev. 2016.

FRANKFURT SCHOOL. “Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance”. **Global Trends in Sustainable Energy Investment**, Frankfurt. 2016.

FREEMAN, Chris. 1995. “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”. **Cambridge Journal of Economics**, 1995, v. 19, p. 5-24.

FREIRE, J. R. de S. **Análise do processo de geração de conhecimento para inovação de geração de conhecimento para inovação tecnológica em instituições de pesquisa Agropecuária**. São Caetano do Sul/SP: 2015. Originalmente apresentada como Tese de Doutorado, Universidade Municipal de São Caetano do Sul/SP. 2015.



FUCHS, G. "The Governance of Innovations in the Energy Sector: Between Adaptation and Exploration". **Science & Technology Studies**. 27, 1, 34-53, Jan. 2014.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CIENTÍFICO. Disponível em <[http:// https://www.finep.gov.br/fundossetoriais](http://https://www.finep.gov.br/fundossetoriais).> Acesso em: 10 de Fev. 2016.

FURTADO, M. C. **Avaliação das oportunidades de comercialização de novas fontes de energia renováveis no Brasil**. São Paulo: 2010. Originalmente apresentado como Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2010.

GAINO, A.; PAMPLONA, J. B. "Abordagem teórica dos condicionantes da formação e consolidação dos parques tecnológicos". **Production**, v. 24, n. 1, p. 177-187, 2014.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1987.

GIL, L., ANDRADE, M. H.; COSTA, M. C. "Os TRL como ferramenta de avaliação tecnológica". **Revista Ingenium**, 2014.

GOLDEMBERG, J. "Pesquisa e desenvolvimento na área de energia". São Paulo **Perspectivas**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 91-97, July, 2000.

GOLDEMBERG. J. "Os problemas do atual sistema energético". **Série Sustentabilidade**, v.4. /cap. 5. São Paulo: Blucher. 2010.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. "Energia e meio ambiente no Brasil". **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20. 2007.

GOLDEMBERG, J. "Crise de energia: semelhanças e diferenças com 2001" [entrevista]. **Revista Abinee**, n. 80, p. 16-19, março, 2015.

GOMES, C. F. S.; MAIA, A. C. C. "Biomassa como alternativa para o fornecimento de energia". **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, SOBRAPO, 2012.

HAGE, J. A. A. "A política energética brasileira na era da globalização: energia e conflitos de um estado". **Revista de Sociologia e Política**, v. 20, n. 41, p. 75-91. 2012.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENCE PARKS AND AREAS OF INNOVATION. Disponível em < <https://www.iasp.ws>> Acesso em: 22 de Dez. 2015

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY -IEA. Oil Supply Security: Emergency Response of IEA Countries, OECD/IEA, Paris. 2014.

INTERNATIONAL ENERGY PROGRAM – IEP. IEP Agreement. Novembro, 1974. Disponível em <[http:// https://www.iea.org/media/aboutus/iep.pdf](http://https://www.iea.org/media/aboutus/iep.pdf).> Acesso em: 22 de Dez. 2015.

KIM, L.; NELSON, R.R. **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas, Ed. Unicamp, 2005.

KOSTEVŠEK, A; KLEMEŠ, J. J.; VARBANOV, P. S.; ČUČEK, L.; PETEK, J. "Sustainability assessment of the Locally Integrated Energy Sectors for a Slovenian municipality". **Journal of Cleaner Production**. 88, 83-89, Feb. 2015.

LAURINDO L. F. S. B. **Aplicação do nível de prontidão tecnológica no desenvolvimento de um plano estratégico de uma pequena empresa de base tecnológica**. Trabalho de conclusão de curso, POLI USP, São Paulo, 2014.

LEITE, L. F.; MENDES, F. M. L.; PARREIRAS, V. M. A., GOMES, F. A. M.; WIEZEL, J. G. G. Developing a technology readiness assessment methodology for an energy company. **IAMOT 2015 Conference Proceedings**. p. 2026-2039.

LORENZO, H.T. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **Perspectivas**, São Paulo, 24-25:147-170, 2007.

LOUETTE, A. (org.). **Indicadores de Nações: uma Contribuição ao Diálogo da Sustentabilidade: Gestão do Conhecimento**. São Paulo: WHH – Willis Harman House. 2007.

LUNDEVALL, BENGT-ÅKE (Ed.). National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning. **Anthem Press**, 2010.

LUCENA, C.; LUCENA, L.; PREVITALI, F. S.. A resistência petroleira e a privatização no pré-sal no Brasil. **Revista História & Perspectivas**, v. 29, n. 55, 2016.

MAMEDE M.; SANTA RITA L. P.; SÁ E. M. O.; RADAELLI V.; GADELHA D. P.; JUNIOR C. C. S.; UGGIONI N. Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **Navus**. Florianópolis/SC. v. 6. n. 4. p. 06-25. out./dez. 2016.

MANKINS, J. C. Technology readiness levels. **White Paper, April**, v. 6, 1995.

MANKINS, J. C. Technology readiness and risk assessments: A new approach. **Acta Astronautica**, Volume 65, Issues 9–10, November–December 2009.

MANUAL DE OSLO. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. OCDE. 3ª Ed. 2005.

MAZZUCATO. M. **O Estado empreendedor**. 1ª edição. São Paulo: Pinguim, 2014.

MELO, A. A.; CZARNOBAY V. "Prospecção Tecnológica das Energias Renováveis no Brasil: Panorama Atual e Perspectivas após Resolução Normativa 482 e Programa de Patentes Verdes". **Cadernos de Prospecção**, 2014.

MIRAKYAN, A.; DE GUIO, R. “Integrated energy planning in cities and territories: A review of methods and tools”. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**. 22, p. 289-297, June, 2013.

NASCIMENTO, A.; SILVAR M.; JÚNIOR, E. V. “Políticas energéticas mundiais sobre o uso da energia solar”. **Revista Gestão Industrial**, v. 10, n. 2. 2014.

NITSCH.M. “O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira”. **Revista de Economia Política** , vol.11.nº 22.1991.

OLIVEIRA, L. G. “Tendências tecnológicas do setor elétrico”. *In: Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa P&D regulado pela Aneel*. Cap. II. Brasília, 2011.

OLIVEIRA, A. “Energy security: a brazilian chinese strategic alliance”. **Tempo do mundo / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** – v. 2, n. 1, (jan. 2016). – Brasília: IPEA, 2016.

OLSEN, W. **Coleta de dados: debates e métodos fundamentais em pesquisa social**. Porto Alegre. Penso: 2015.

**Organização de Estados Ibero-americanos**. Disponível em: [http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes\\_079.htm](http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes_079.htm). Acesso em: 23 jan. 2017.

PAULK M. C.; CURTIS B.; CHRISSIS M. B.; WEBER C. V. **Capability Maturity Models**. Pennsylvania, 1993.

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

PFITZNER, M.; SALLES-FILHO, S. L. M.; BRITTES, J. L. P. “Análise da dinâmica de P&D&I na construção do Sistema Setorial de Inovação de energia elétrica para o Brasil”. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 463-476, Setembro. 2014.

PITTERI, S. **Competências Territoriais para o Desenvolvimento: uma análise sobre a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)**. São Caetano do Sul. 2012. Apresentado como Tese de Doutorado, Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS). 2012.

POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. Brasília, 2011.

PORTO, G. TURCHI, L. REZENDE, P. “Radiografia das parcerias entre PETROBRAS e as ICTs Brasileiras: Uma análise a partir da ótica dos coordenadores de projetos tecnológicos”. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** Brasília, 2013.

PRASAD, RD; BANSAL, RC; RATURI, A. "Multi-faceted energy planning: A review". **Renewable & Sustainable Energy Reviews**. 38, p. 686-699, Oct. 2014.

RAUEN, C. V. O "Novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT- empresa?". **Repositório do conhecimento IPEA**. Acesso em 15 fev. 2017.

RESCH, S. **Arranjos Institucionais e o Sistema de Inovação em Nano medicina no Brasil**. São Caetano do Sul/SP: 2016. Originalmente apresentada como Tese de Doutorado, Universidade Municipal de São Caetano do Sul/SP. 2016.

RONDINELLI, F.; DA SILVA, P. M.. "Avaliação da matriz elétrica brasileira com foco m aspectos econômicos, ambientais sociais". **Revista Científica da FACERB**, v. 2, n. 2, p. 06-22, 2015.

ROSA, L. P. "Desafio da energia no Brasil". *In: Avanços e desafios das energias renováveis. Seminário Energia + Limpa*. São Paulo. 2015.

RYBICKA, J. TIWARI, A. LEEKE, G. Technology readiness level assessment of composites recycling Technologies. **Journal of Cleaner Production**. Volume 112, Part 1, 20 January 2016, Pages 1001-1012.

SANTOS, I. C. dos. THIAGO, F. PASCUAL, J. V. I. FERREIRA, H. M. G. "Gestão da Inovação: Uma análise dos indicadores de inovação da América Latina". **XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – Engema**. São Paulo, 2014.

SANTOS G. R. dos. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: a contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. IPEA, março. 2015.

SANTOS, G. R. dos. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: a contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. \_\_\_\_\_. 2015.

SARFATI, G. "Estágios de desenvolvimento econômico e políticas públicas de empreendedorismo e de micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) em perspectiva comparada: os casos do Brasil, do Canadá, do Chile, da Irlanda e da Itália<sup>1</sup>". **Rev. Adm. Pública** — Rio de Janeiro 47(1): 25-48, jan./ fev. 2013.

SAUSER B. J., "System Maturity Metrics for Decision Support in Defense Acquisition". **U.S. Army Armament Research Development Engineering Center (ARDEC) Picatinny Arsenal, NJ, 2007**.

SCHUMPETER, J.A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: abril, 1982.

SCHUTZ, F.; MASSUQUETTI A.; ALVES T. W. "Demanda e oferta energética: uma perspectiva mundial e nacional para o etanol". **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET** e-ISSN 2236 1170 - v. 16 n. 16 nov. 2013, p. 3167 – 3186.

SEEBODE, D.; JEANRENAUD, S.; BESSANT, J. Managing innovation for sustainability. **R&D Management**, v. 42, n.3, p. 195-206. 2012.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 2008.

SEIDEL U.; MÜLLER L.; KÖCKER G. M.; FILHO G. A. A new approach for analysing national innovation systems in emerging and developing countries. **Industry & higher education**. Vol 27, No 4, August 2013, p 279–285.

SILVA, E. P.. “Fontes renováveis de energia para os desenvolvimentos sustentável”. In: **Revista Com Ciência**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/15.shtml>> Acesso em 30 jan. 2015.

STEINER, J. E.; CASSIM, M. B.; ROBAZZI, A. C. “Parques tecnológicos: ambientes de inovação”. **Revista IEA**. São Paulo, p. 1-40, 2008.

SZCZEPANSKI, L. **A pesquisa e o desenvolvimento no setor de energia elétrica brasileiro: sua eficiência e influência no desempenho empresarial das companhias do setor**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico. Curitiba, 2015.

TILLACK M. S.; TURNBULL A. D.; WAGANER L. M. S.; MALANG, D.; STEINER, J. P.; SHARPE, L. C.; CADWALLADER, L.; EL-GUEBALY, A. R.; RAFFRAY, F.; NAJMABADI, R. J.; PEIPERT JR, T. L. **An evaluation of fusion energy r&d gaps using technology readiness levels**, 2011.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. “Matriz energética brasileira: uma prospectiva”. **Novos estudos**. - **CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 47-69, Nov. 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>>. Acesso em 06 fev. 2017.

TURCHI, L. DE NEGRI, F. DE NEGRI, J. A. “Impactos Tecnológicos das Parcerias da PETROBRAS com Universidades, centros de pesquisa e Firms Brasileiras”. **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <<https://www.parque.ufrj.br>> Acesso em: 12 de Jul. 2017.

VILLELA T. N.; MAGACHO L.; MAGALHÃES A. “Abordagem histórica do Sistema Nacional de Inovação e o papel das Incubadoras de Empresas na interação entre agentes deste sistema”. **XIX Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas**. Santa Catarina, 2009.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Competitiveness Report 2015–2016**.

YIN, R.K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZITTEI, M., LUGOBONI, L., RODRIGUES, A., CHIARELLO, T. “Lei do bem: o incentivo da inovação tecnológica como aumento da competitividade global do Brasil”. **GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, mar, 2016.

ZIVIANI, F.; FERREIRA, M. A. T. “Práticas de gestão da inovação no setor elétrico brasileiro: a percepção dos gerentes de projetos de P&D”. **XIV Congresso Latino-Ibero-americano de Gestão da Tecnologia**, 2013.

## Apêndice A – Roteiro de entrevista (centros de pesquisa)

Prezado (a) Senhor (a),

Este roteiro de questões servirá para orientar e balizar a entrevista na busca da resposta ao problema da pesquisa da tese: como está configurada a Pesquisa e o Desenvolvimento Tecnológico no setor energético brasileiro?

**Função exercida na empresa:**

( ) Pesquisador ( ) Gerente de Projetos ( ) Analista de projetos ( ) Outro -  
Especifique: \_\_\_\_\_

<b>Matriz Energética</b>
<p>(1)A definição da ME depende de fatores como: custo da fonte, riscos e incertezas das fontes geradoras e estímulo à inovação. Qual a importância de cada um desses elementos para a configuração de uma nova ME?</p> <p>(2)Qual a finalidade da pesquisa em novas fontes energéticas: buscar uma inovação em produto? Consumo próprio? Ou comercialização de excedentes?</p> <p>(3)Como projetos baseados em energia renovável poderão contribuir para solucionar a dependência dos combustíveis fósseis na Matriz energética? Mapear a finalidade da pesquisa: geração de conhecimento ou geração de tecnologia?</p>

<b>Sistema de Inovação e o Papel do Estado no Setor Energético Brasileiro</b>
<p>(1)Como a empresa percebe a combinação de políticas públicas e iniciativas dos setores público e privado no tocante a projetos que incrementem a inovação do setor?</p> <p>(2)Como a empresa percebe a participação do Estado no setor energético brasileiro?</p> <p>(3)Como o (a) Sr. (a) percebe o papel do Estado como agente inovador no setor de energia? Participou de projetos financiados pelo Estado? Se sim, poderia indicar como se deu essa participação?</p> <p>(4)Considerando o principal eixo de pesquisa da empresa, há pressão do setor público por determinado projeto?</p>

<b>P&amp;DT no Setor de Energia</b>
<p>(1)A organização proporciona formação para seu quadro funcional que assegura as competências adequadas às exigências referentes aos projetos inovadores? Se sim, quais tipos de formação são proporcionados pela empresa e como a empresa estimula a geração de conhecimento?</p> <p>(2)As atividades de P&amp;D compreendem atividades distintas, com a finalidade de ampliar o “estoque” de conhecimento. Baseado nas premissas abaixo, indique que tipos de pesquisas mais se aplicam à empresa. Pode citar exemplos de cada uma delas?  <i>Pesquisa básica</i> – (consiste no trabalho experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização).  <i>Pesquisa aplicada</i> – (consiste na investigação original, realizada com a finalidade de obter novos conhecimentos, mas dirigida, primordialmente, a um objetivo prático; desenvolvimento experimental).</p> <p>(3)Como os projetos em P&amp;DT contribuíram para a estratégia de inovação da empresa? Poderia citar alguns projetos que colocaram a empresa na vanguarda do setor de energia?</p> <p>(4)A empresa direciona o foco no que tange à pesquisa e inovação para qual setor de energia? Renováveis e não-renováveis? Como é feita essa escolha?</p> <p>(5)Quais as ações da companhia em relação ao desenvolvimento de novos produtos quanto ao uso interno (U), abandono (A) ou comercialização (C) de seus produtos / serviços? Poderia, por gentileza, listar os tipos de produtos e serviços e classificá-los?</p> <p>(6)Qual a tendência das pesquisas no segmento de energia que o (a) senhor (a) identifica como sendo portadoras de futuro? Essa tendência está relacionada à redução de perdas energéticas ou apropriação de recursos para novas formas de geração energética?</p> <p>(7)O (A) Senhor (a) tem trabalhado para qual segmento específico?</p>
<b>TRL como metodologia de análise Nível de maturidade de pesquisa energética no Brasil</b>
<p style="text-align: center;">Na abertura o entrevistador apresenta a TRL</p> <p>(1)O (A) Senhor (a) poderia descrever em qual estágio se encontram os projetos desenvolvidos em seu centro de pesquisa?</p> <p>(2)O (A) Senhor (a) poderia apresentar alguns projetos que ratifiquem o atual estágio da TRL em seu centro de pesquisa?</p>

<b>Fechamento</b>
<p>(1)Há considerações que não foram levantadas e que o (a) Sr. (a) gostaria de mencionar?</p> <p>(2)Há alguma informação adicional que mereça ser destacada na presente pesquisa?</p> <p>(3)Caso necessário, para complemento de informação, nova entrevista poderia ser realizada?</p>



## Apêndice B – Roteiro de entrevista (Professores Pesquisadores)

Prezado (a) Senhor (a),

Este roteiro de questões servirá para orientar e balizar a entrevista na busca da resposta ao problema da pesquisa da tese: Como está configurada a Pesquisa e o Desenvolvimento Tecnológico no setor energético brasileiro?

**Função exercida:** ( ) Pesquisador ( ) Gerente de Projetos ( ) Analista de projetos  
( ) Outro - Especifique: \_\_\_\_\_

<b>Matriz Energética</b>
<p>(1) A definição da ME depende de fatores como: custo da fonte, riscos e incertezas das fontes geradoras e estímulo à inovação. Qual a importância de cada um desses elementos para a configuração de uma nova ME?</p> <p>(2) Qual a finalidade da pesquisa em novas fontes/processos/equipamentos em energia: buscar uma inovação em produto? Consumo próprio? Ou comercialização de excedentes?</p> <p>(3) Como projetos baseados em energia renovável poderão contribuir para solucionar a dependência dos combustíveis fósseis na Matriz energética?</p>
<b>Sistema de Inovação e o Papel do Estado no Setor Energético Brasileiro</b>
<p>(1) Como o (a) Sr. (a) percebe a combinação de políticas públicas e iniciativas dos setores público e privado no tocante a projetos que incrementem a inovação do setor?</p> <p>(2) Como o (a) Sr. (a) percebe a participação do Estado no setor energético brasileiro?</p> <p>(3) Como o (a) Sr. (a) percebe o papel do Estado como agente inovador no setor de energia? Participou de projetos financiados pelo Estado? Se sim, poderia indicar como se deu essa participação?</p>
<b>P&amp;DT no Setor de Energia</b>

- (1) O (A) Sr. (a) acredita que as organizações proporcionam formação para seu quadro funcional que assegura as competências adequadas às exigências referentes aos projetos inovadores? Se sim, quais tipos de formação o (a) Sr. (a) presenciou e como as empresas estimulam a geração de conhecimento?
- (2) As atividades de P&D compreendem atividades distintas, com a finalidade de ampliar o “estoque” de conhecimento. Baseado nas premissas, poderia indicar que tipos de pesquisas mais se aplicam à sua área de atuação? Pode citar exemplos de cada uma delas?  
*Pesquisa básica* – (consiste no trabalho experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização).  
*Pesquisa aplicada* – (consiste na investigação original, realizada com a finalidade de obter novos conhecimentos, mas dirigida, primordialmente, a um objetivo prático; desenvolvimento experimental).
- (3) Como os projetos em P&DT contribuem para a estratégia de inovação do setor energético brasileiro?
- (4) A empresa direciona o foco no que tange à pesquisa e inovação para qual setor de energia? Renováveis e não-renováveis? Como é feita essa escolha? Necessidade de mercado? Da empresa?
- (5) Dentro dos projetos desenvolvidos, quais ações foram tomadas por Vossa Senhoria em relação ao desenvolvimento de novos produtos/equipamentos quanto ao uso interno (U), abandono (A) ou comercialização (C) de seus produtos / serviços? Poderia, por gentileza, listar os tipos de produtos e serviços e classificá-los?
- (6) Qual a tendência das pesquisas no segmento de energia que o (a) senhor (a) identifica como sendo portadoras de futuro? Essa tendência está relacionada à redução de perdas energéticas ou apropriação de recursos para novas formas de geração energética?
- (7) O (A) Sr. (a) tem trabalhado em pesquisas de qual segmento específico: geração, transmissão ou distribuição de energia?

**TRL como metodologia de análise**  
**Nível de maturidade de pesquisa energética no Brasil**

Na abertura o entrevistador apresenta a TRL

- (1) O (A) Senhor (a) poderia descrever em qual estágio se encontram os projetos desenvolvidos em seu centro de pesquisa?
- (2) O (A) Senhor (a) poderia apresentar alguns projetos que ratifiquem o atual estágio da TRL em seu centro de pesquisa?

**Fechamento**

- (1) Há considerações que não foram levantadas e que o (a) Sr. (a) gostaria de mencionar?
- (2) Há alguma informação adicional que mereça ser destacada na presente pesquisa?
- (3) Caso necessário, para complemento de informação, nova entrevista poderia ser realizada?

## Anexo A – Segmentos codificados

Nome do documento	Código	Segmento	Cobertura %
R1_M	ME Custo	o custo	0,39
R1_M	ME Risco	o risco	0,39
R1_M	Fins da pesquisa em energia	Estes questionamentos são relativos, e depende do patrocinador	3,49
R1_M	Importância da ER na ME	Sem dúvida de maneira muito significativa, pois reduz a	3,09
R1_M	PP para o setor de energia	Lamentavelmente muito difícil em vista da falta de vontade de ambos os setores de se concretizar algo onde o retorno financeiro e de longo prazo	8,09
R1_M	Participação estatal no setor	Profundamente desmotivador sem nenhum desejo que não seja em seu próprio benefício	4,61
R1_M	Formação profissional	Não vejo formação suficientemente adequada para os quadros funcionais, por falta de motivação das organizações neste tipo de treinamento.	7,70
R1_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,96
R1_M	Estratégia de inovação para o setor	Talvez através das interações de cada um dos participantes com um propósito comum	4,55
R1_M	Segmento de pesquisa	Pesquisa na área de energia limpa	1,85
R1_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	Por ser a mais sustentável e não poluente no momento	2,92
R1_M	Destinação dos projetos no setor	Não posso responder	1,07
R1_M	Tendências das pesquisas	Apropriação de recursos	1,29
R1_M	Área da atuação no segmento energético	Geração de energia	1,01
R2_M	ME Custo	Cresce devido única e exclusivamente ao fator custo	0,96
R2_M	Tendências das pesquisas	A partir do momento em que se tiver um payback razoável dos projetos eólicos é a fonte energética que mais tende a deslanchar	2,35
R2_M	Fins da pesquisa em energia	Nosso maior problema, era o estoque de energia	0,86

R2_M	Importância da ER na ME	Todo a indústria com capacidade de produzir insumo para a geração de energia deveria ser incentivada a gerar energia e disponibilizar para a matriz energética do país	3,12
R2_M	Tendências das pesquisas	O bagaço de cana	0,30
R2_M	Tendências das pesquisas	Tratamento de esgoto	0,38
R2_M	Tendências das pesquisas	Aproveitamento de fezes animal	0,56
R2_M	Tendências das pesquisas	Geração a partir das pequenas quedas d'água	0,81
R2_M	PP para o setor de energia	Minha memória é de 2000. Naquela época já se tinha uma pesquisa sombria para o setor elétrico	1,75
R2_M	Participação estatal no setor	Baixo nível de investimento do governo.	0,73
R2_M	Participação estatal no setor	Só para dar um termo de comparação. O investimento do setor privado brasileiro, mais a iniciativa do capital estrangeiro, privado e estatal, principalmente do governo francês, um volume maior que todo o investimento "chapa branca". Que era como nomeávamos o investimento do governo.	5,30
R2_M	Participação estatal no setor	Considerando que 70% do setor estava em mãos dos governos Estaduais e Federais. Dar para se ter uma ideia da penúria em que já nos encontrávamos e dos prognósticos escabrosos que era possível enxergar para o futuro	4,02
R2_M	PP para o setor de energia	As gerações de energia, que vemos hoje funcionando ao longo do Vale do Paraíba. Três Rios e Sapucaia, já estavam contempladas em nossos estudos. Inclusive já sabíamos a aquela época que o dimensionamento da geração de Sapucaia era restrito. Dado as especificações do represamento. Daí as barragens a montante do rio para ajudar na formação do estoque de água. Não seguiram esta orientação e estão tendo sérios problemas com a geração em Sapucaia.	8,39
R2_M	Participação estatal no setor	Desastrosos	0,19
R2_M	Participação estatal no setor	Manipulação eleitoreiras da tarifa	0,64
R2_M	PP para o setor de energia	Não é à toa que as Concessionárias estão passando o "pires". Mudando de controladores, com todo o setor fazendo ajustes e reajustes para sobreviver nesta "barafunda" que é nossa política.	3,52

R2_M	Participação estatal no setor	Deveria ser de coordenador das ações, utilizando-se dos vários mecanismos de que dispõe, leis subsídios	1,94
R2_M	Formação profissional	Sou testemunha deste esforço, pois fui participante e condutor desta área por pelo menos 10 anos	1,81
R2_M	Participação estatal no setor	Todos os empregados, administração central, cerca de 3000 empregados, eram estimulados a se desfazer do que considerava supérfluo, em sua área. Então, numa grande fogueira no pátio da garagem central, uma pilha de arquivos foi se formando ao longo da semana e, em uma dada hora, fogo na pilha. Um belo incêndio, tudo bem, controlado. Mas, com o esfriar das cinzas, percebemos que todos os registros de localização dos transformadores da empresa, ainda em papel, bem como todos os registros de procedimento de treinamento estavam a queimar e ajudar naquele incêndio “controlado”	10,85
R3_M	ME Custo	aumento do custo de fontes	0,93
R3_M	ME Risco	escassez também se fazem importantes.	1,32
R3_M	Fins da pesquisa em energia	Para o caso brasileiro, as pesquisas estão focadas no consumo próprio	2,46
R3_M	ME Risco	somos importadores de energia	1,03
R3_M	ME Custo	o despacho de térmicas que produzem energia cara e de forma ineficiente	2,53
R3_M	ME Risco	nossa produção nacional não é suficiente para suprir o mercado interno	2,50
R3_M	Importancia da ER na ME	A entrada de energias renováveis pode vir a solucionar o nosso problema como o despacho de termoelétricas e quiçá diminuir a dependência dos derivados de petróleo.	5,82
R3_M	Participação estatal no setor	Inexistente e insignificante	1,00
R3_M	PP para o setor de energia	a maioria das iniciativas conhecidas limitadas ao setor privado.	2,28
R3_M	Participação estatal no setor	Presente, porém, ineficiente	0,93
R3_M	Participação estatal no setor	Uma atuação falha	0,61
R3_M	Participação estatal no setor	Está na mão do Estado produzir incentivos fiscais suficientes para atrair investimentos no setor de energia, principalmente em relação a inovações	5,21

R3_M	Formação profissional	No ambiente acadêmico presenciei diversos agentes da indústria investindo em mestrados e/ou especializações, dessa forma pode-se supor que há incentivo das empresas para que eles busquem conhecimento	7,10
R3_M	Característica da pesquisa	partem de um patamar básico analítico da conjuntura econômica brasileira e global para desenvolver uma pesquisa aplicada em solucionar os Desafios da Nação de um ponto de vista regulatório e tecnológico.	7,24
R3_M	Característica da pesquisa	Esse tipo de projeto possui o objetivo de proporcionar debates de alto nível entre acadêmicos e técnicos atuantes nos setores	4,46
R3_M	Estratégia de inovação para o setor	A partir da produção de papers e patentes, os investimentos em P&DT almejam produzir ganhos factíveis para o setor energético brasileiro.	4,89
R3_M	Segmento de pesquisa	Foco em energia não-renovável	1,00
R3_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	Essa escolha foi feita a partir da área de atuação dentro da universidade e de assuntos pertinentes a época econômica presenciada	4,64
R3_M	Tendências das pesquisas	As pesquisas do nosso laboratório são conceituais com objetivo de disseminar conhecimento e produzir pensamento crítico	4,25
R3_M	Destinação dos projetos no setor	As pesquisas desenvolvidas estão relacionadas majoritariamente a redução de perdas energéticas	3,35
R3_M	Área da atuação no segmento energético	Geração e distribuição de energia com foco em óleo e gás.	2,03
R4_M	ME Custo	O Custo da Fonte pode inviabilizar um projeto, caso o cenário econômico não seja favorável para sua exploração	4,52
R4_M	ME Risco	Projeto de análise de risco para algumas fontes de energia é ponto essencial.	3,17
R4_M	ME Risco	Pode-se encontrar grandes volumes de óleo, mas as condições impostas pelo meio para atual tecnologia podem gerar um risco tão alto que se decida por adiar a exploração até que a tecnologia aumente segurança.	8,47
R4_M	ME Custo	A inovação visa exatamente diminuir custos	1,69
R4_M	Fins da pesquisa em energia	Consumo próprio	0,62

R4_M	Importância da ER na ME	Diminuindo a pressão do mercado por uma produção cada vez maior devido ao aumento da demanda e diminuindo custos de logística	5,14
R1_M	Fins da pesquisa em energia	Seria o consumo próprio	1,29
R4_M	PP para o setor de energia	Acho insuficientes ainda e muito modestas	1,69
R4_M	Participação estatal no setor	Acho uma que tem uma participação forte ainda.	1,89
R4_M	Participação estatal no setor	Acho que tem uma participação muito fraca como agente INOVADOR. Ainda copiamos mais tecnologia do que produzimos tecnologia.	5,10
R4_M	Formação profissional	As organizações particulares se preocupam com a inovação pela geração de patentes, onde promovem cursos com o intuito de aumentar a criação de novos produtos e processos	6,95
R4_M	Formação profissional	Já na esfera federal, alguns promovem uma formação continua, mas não há um estímulo formal dentro da carreira, somente por vontade pessoal	5,67
R4_M	Formação profissional	Já as universidades, essa sim promovem pesquisa para inovar, mas com pouco alcance comercial ou industrial.	4,44
R4_M	Característica da pesquisa	Pesquisas aplicas na área de exploração e produção de petróleo	2,55
R4_M	Estratégia de inovação para o setor	O projeto de P&D visa estudar qual melhor fonte de energia pode ser explorada para cada região.	3,91
R4_M	Segmento de pesquisa	Petróleo e Gás	0,58
R4_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	Escolha feita pela oportunidade de emprego no mercado.	2,22
R4_M	Destinação dos projetos no setor	Rocha artificial (U) - Abandonado e Perfuração a Laser ( U ) - Abandonado	3,13
R4_M	Tendências das pesquisas	Fusão Nuclear- Redução de perdas energéticas	1,81
R4_M	Área da atuação no segmento energético	Geração	0,29
R5_M	ME Custo	Se pensarmos em termos de energia renovável, e, se considerarmos que o nosso país tem regiões bastantes diferenciadas, veremos que o ideal é buscar o potencial de cada região e lá utilizar a melhor matriz possível.	5,67

R5_M	ME Custo	No Brasil ainda se privilegia o uso de hidrelétricas como fonte de energia, seja pelo volume de água que temos, seja pelo incentivo que é dado pelo governo	4,11
R5_M	ME Risco	Eólica, ainda é cara, os painéis, a colocação, a falta de entendimento de seu correto uso, entre outras.	2,76
R5_M	Importância da ER na ME	Os estudos em várias frentes estão bastante avançados, o que se precisa é estabelecer um plano de metas para a sua utilização	3,31
R5_M	Fins da pesquisa em energia	Comercialização de seus excedentes	0,90
R5_M	PP para o setor de energia	Colocar o privado agindo em parceria com o público, para que haja um avanço na utilização de outras fontes	2,81
R5_M	Importância da ER na ME	Como a matriz energética é uma atribuição de planejamento em seu mais alto escalão, e, como existem vários interesses, só vai haver mudança nesse panorama, de forma expressiva, quando colocarem esse assunto em pauta para a solução, tendo como base uma energia mais limpa.	7,18
R5_M	ME Custo	Vide o caso do etanol, que deveria fornecer um combustível de valor mais baixo que a gasolina em termos percentuais, que viabilizaria o seu uso, mas não vemos isso ser a realidade do nosso dia a dia	5,25
R5_M	PP para o setor de energia	Essa parceria pode ser bastante interessante, se forem feitos planos e estabelecidas metas de interesse para cada região do país.	3,42
R5_M	Tendências das pesquisas	Existe cada vez mais uma forte demanda por eletricidade, então porque não estabelecer para as áreas que necessitam mais fortemente de energia?	3,76
R5_M	PP para o setor de energia	O Estado precisa se modernizar, entender que é necessária uma discussão maior sobre o melhor uso da energia e como viabilizar parcerias para que se tenha soluções que vão atender as várias regiões do país.	5,43
R5_M	Participação estatal no setor	Pouco inovador. As pesquisas ficam muitos anos a espera de recursos	1,78
R5_M	Formação profissional	Algumas empresas incentivam os funcionários para estudos que possam agregar valor ao produto que elas negociam. Alguns acordos entre Universidades Federais e Empresas das mais variadas atuações.	5,14
R5_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,45



R5_M	Estratégia de inovação para o setor	Esperamos para os próximos anos, ou seja, alimentar as Universidades, em projetos, que poderão trazer benefícios na área energética.	3,50
R5_M	Segmento de pesquisa	O meu estudo foi na área de aproveitamento do gás que sai dos aterros sanitários e, num momento seguinte seria o aproveitamento dos rejeitos em outra fonte de energia	4,40
R5_M	Destinação dos projetos no setor	Não teve utilização	0,50
R5_M	Área da atuação no segmento energético	Geração de energia	0,48
R7_M	ME Custo	O custo da fonte energética é importante	0,97
R7_M	ME Custo	Entende-se como benefício, nesse caso, não somente o menor custo por unidade de energia gerada, mas também o menor custo de acordo com a qualidade da energia gerada	3,96
R7_M	ME Risco	Tecnologia, capacitação e recursos financeiros são fundamentais para garantir a produção de energia. No entanto, em algumas delas, como na hidrelétrica, elementos climáticos, além dos já citados, podem influenciar negativamente, sendo necessário ter sistemas alternativos de geração de energia.	7,11
R7_M	Estratégia de inovação para o setor	Com relação ao estímulo à inovação, este é essencial para que possam ser desenvolvidas não somente maneiras mais eficientes de produção de energia a partir de fontes tradicionais, como o desenvolvimento para a exploração de novas fontes energéticas	5,99
R7_M	Fins da pesquisa em energia	Possibilidade de comercializar possíveis excedentes	1,23
R7_M	Importância da ER na ME	O investimento em fontes renováveis pode se mostrar extremamente atraente, dependendo do custo envolvido na produção. Para os combustíveis fósseis esse custo mostra-se crescente, em função do custo tecnológico envolvido, sendo mais difícil a sua exploração e produção.	6,48
R7_M	Tendências das pesquisas	Fontes renováveis, como a solar e a eólica, por exemplo, têm se mostrado cada vez mais atraentes, justamente por serem fontes perenes na natureza.	3,53

R7_M	PP para o setor de energia	Os projetos de inovação no setor devem combinar políticas públicas e os interesses, tanto do setor público como do setor privado. O primeiro, porque a política macro energética não pode estar dissociada da política econômica de maneira geral, ou seja, deve atender aos interesses de crescimento e desenvolvimento do País. Ao mesmo tempo, os projetos devem ser capazes de atender ao interesse do setor privado no que diz respeito à oferta, segurança e ao custo de energia para as empresas	11,75
R7_M	Participação estatal no setor	A participação do Estado sempre foi crescente, porém, nem sempre tão eficiente	1,89
R7_M	Participação estatal no setor	A participação do Estado como regulador, gerador e distribuidor de energia deve levar em consideração outras políticas, sobretudo a política industrial e outras relacionadas à conservação de energia	4,79
R7_M	Participação estatal no setor	Nos últimos anos, sem uma política industrial definida, e com grandes percalços na transferência de partes do sistema energético à iniciativa privada, estabelecimento do preço da energia e outros itens, a participação governamental tem sido mais tumultuada, o que pode gerar incertezas quanto à oferta energética	7,54
R7_M	Participação estatal no setor	O Estado tem papel fundamental como agente inovador, a partir não somente das fontes de fomento à pesquisa, mas também da produção científica das universidades públicas e dos diversos institutos, ligados ou não a essas universidades.	5,63
R7_M	Formação profissional	Não	0,07
R7_M	Característica da pesquisa	Aplicada	0,19
R7_M	Estratégia de inovação para o setor	A partir da pesquisa e da identificação das reais necessidades da demanda.	1,79
R7_M	Segmento de pesquisa	Não renovável e feita para investigar a utilização e incorporação de energia proveniente de combustíveis fósseis nas mercadorias comercializadas internacionalmente.	3,96
R7_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	A pesquisa teve como foco reduzir/substituir as fontes energéticas para a produção de bens, com a finalidade de produzi-las de maneira ambientalmente menos agressiva	3,99

R7_M	Tendências das pesquisas	A tendência é que as pesquisas se concentrem em setores renováveis e ambientalmente sustentáveis.	2,34
R7_M	Área da atuação no segmento energético	Distribuição	0,29
CP_M	ME Custo	O aspecto técnico seria da parte daquilo que nós trabalhamos aqui o foco principal do ponto de vista de realização de um projeto. Aquilo que é possível construir a um custo razoável	1,00
CP_M	Tendências das pesquisas	A tendência agora é obviamente da geração solar que tem muito no Brasil, que possui mapas de vento atualizados e a tendência no Brasil é realizar estudos também em termos de energia do vento e algumas outras fontes menores que tem a ver com biomassa e outros aspectos, porque um centro de pesquisa não pode apenas ficar numa linha de atividade”.	1,90
CP_M	ME Risco	Principal fator é o risco	0,14
CP_M	ME Risco	Por conta do risco a inovação tecnológica passa a ter uma importância fundamental justamente para te permitir ir por caminhos diferentes.	0,75
CP_M	ME Risco	A inovação traz a tecnologia e reduz o custo da geração, mas não é o principal. O risco ainda é grande para deixar de ser mensurado	0,72
CP_M	ME Custo	O custo alto é um diferencial.	0,17
CP_M	Fins da pesquisa em energia	Por sermos, por natureza, uma entidade civil sem fins lucrativos, não se pode comercializar nada. Não nos cabe, tendo desenvolvido uma solução de engenharia, botar no mercado. Nossa constituição não permite isso	1,16
CP_M	Fins da pesquisa em energia	Nós somos fornecedores de equipamentos. Vendemos equipamentos, desenvolvimento de produto. Comercializamos os produtos.	0,66
CP_M	Fins da pesquisa em energia	Busca de novas fontes energéticas que possibilitem maior oferta de mercado	0,41
CP_M	Tendências das pesquisas	Hoje temos uma segunda fase das energias renováveis a primeira foi ter custo competitivo, hoje é unanime afirmar que temos que lidar com a intermitência energética.	0,90

CP_M	Tendências das pesquisas	O centro tem relevante atuação na área solar, e eólica, ainda engatinhamos, a sociedade vai querer a energia solar, a eólica as pessoas podem não querer. O painel solar é simples e fácil de instalar. O foco é a conveniência da energia. Quando os custos se equacionarem a sociedade irá adotar as energias alternativas.	1,75
CP_M	Importância da ER na ME	Nosso foco de trabalho é em petróleo e gás. Sempre olhamos para o horizonte, através do nosso plano estratégico, buscando identificar oportunidades, a partir do momento em que elas são identificadas, antecipamos nossas projeções. Por vezes, temos que providenciar equipamentos que pensamos poder nos dar suporte para a validação das nossas estimativas	1,93
CP_M	PP para o setor de energia	Esses setores têm que andar em conjunto para o desenvolvimento de projetos. Pela característica do nosso centro de pesquisa, não temos muita ou nenhuma influência no setor. Nossa participação é ajudar a definimos conceitos básicos, nós ajudamos a definir aspectos iniciais técnicos e econômicos. E depois é lançado pelo governo o edital dentro de características básicas	2,04
CP_M	PP para o setor de energia	Em termos de política pública para inovação e principalmente o programa gerido pelo governo tem um papel importante para a inovação.	0,73
CP_M	PP para o setor de energia	Até o ano 2000 tinha pouca inovação no setor, poucas instituições e muita centralização. Excelente para a formação de pessoas. As políticas foram relevantes para incrementar o processo de geração, distribuição e transmissão, forçando as empresas a pensarem a inovação.	1,49
CP_M	PP para o setor de energia	Os centros de pesquisa investem tendo ligação com alguma empresa pública, sendo de empresa privada ou mesmo um centro de excelência global. É dos centros que partem as principais inovações do setor energético. Infelizmente as empresas privadas pouco investem”	1,43
CP_M	Participação estatal no setor	A participação de Estado se dá na participação com os parceiros e as autarquias que existem no setor	0,55

CP_M	Participação estatal no setor	O que é definido no país vem junto com a agência e o Ministério. A participação do nosso Centro se dá na avaliação de equipamentos, produção de softwares, necessidade de laboratório em cada uma dessas frentes de atividades existe um relacionamento	1,37
CP_M	Participação estatal no setor	O financiamento de projetos de pesquisa tem algumas formas. O principal financiamento do estado é a manutenção do Centro, via autarquia federal. A percepção da necessidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento, vem das necessidades de energia para o país. Outra forma de participação é quando há algo específico de uma entidade. Uma empresa solicitou uma solução que não existia e nós ganhamos a concorrência, o Estado pode nos financiar.	2,46
CP_M	Participação estatal no setor	Parte do investimento do governo pode vir dos valores que as empresas têm para projeto de pesquisa que são obrigados por lei a investir e pode vir também de qualquer entidade que queira fazer algum desenvolvimento específico de projeto no segmento energético para sua utilização	1,53
CP_M	Participação estatal no setor	Demora para tomar ações.	0,13
CP_M	Participação estatal no setor	O timing das ações não é casado, não planeja e não executa, vide os fenômenos hidrológicos	0,50
CP_M	Participação estatal no setor	O poder público nos ajudou para a consecução do nosso centro de pesquisa. Mas de fato, procuramos ver o que está na agenda do governo, acompanhando os movimentos direcionar nossas pesquisas.	1,05
CP_M	Participação estatal no setor	O Estado é o fomentador.	0,13
CP_M	Participação estatal no setor	É ele quem alimenta e movimenta toda essa engrenagem inovadora que, de certa forma cria dependência e mesmo acomodação para quem quer desenvolver P&D.	0,83
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Pesquisa é risco. Empresas privadas não querem pesquisar. Se houvesse obrigação imposta por lei, acredito que seria ainda pior.	0,70
CP_M	Participação estatal no setor	Estimo que, sem a participação estatal, levaríamos 10 anos para ter um projeto para o setor de energia pronto; sem o apoio estatal, acredito que esse prazo iria para 20 anos”	0,96

CP_M	Estratégia de inovação para o setor	A inovação é complexa nesse contexto, pois quando você gera as linhas mestras para poder ter concorrência, vários candidatos se habilitam	0,75
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Você precisa participar em grupos técnicos ou estar em parceria com as empresas e o governo fazendo trabalhos em conjunto para que algo seja implementado	0,84
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Nesse contexto de inovação eu diria que o Estado, apesar dele ter essas políticas de investimento, a regulamentação é rígida e permite pouco com relação a inovação.	0,90
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	As empresas no Brasil não estão inovando tanto, mas tem pessoas com a cabeça para a inovação, que entram nas empresas os montam seus startups	0,78
CP_M	Participação estatal no setor	O Estado aporta dinheiro e tecnologia para o incremento do setor, que causa impacto na produtividade.	0,56
CP_M	Formação profissional	A empresa não se preocupa em formar, busca no mercado	0,29
CP_M	Formação profissional	Sim, estimula muito a formação especialmente na parte técnica, promovemos cursos de inovação, como por exemplo em design thinking, six sigma	0,77
CP_M	Formação profissional	Percebemos que no Brasil se gera muito conhecimento, mas não gera muita tecnologia. Buscamos aqui na empresa o caminho inverso, gerar mais tecnologia do que conhecimento.	0,93
CP_M	Formação profissional	A Universidade não fornece base para os profissionais entrarem semi-prontos para o mercado, eles aprendem no cotidiano	0,65
CP_M	Formação profissional	O próprio centro hoje é o ambiente mais adequado para aprender seu trabalho	0,42
CP_M	Formação profissional	A empresa estimula e muito!	0,15
CP_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,09
CP_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,09
CP_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada (90%) e básica (10%)	0,21
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Aqui trabalhamos com as empresas geradoras e transmissoras não trabalhamos tanto com as distribuidoras, o que nós desenvolvemos é por solicitação deles ou eles solicitam ou nós vislumbramos algo que possa ser útil para eles e desse intercâmbio de projeto de pesquisa o que pode ser feito por uma empresa e para outras não.	1,77

CP_M	Característica da pesquisa	Nosso trabalho é resultado de P&D, podendo ser software, métodos, protótipos, etc.	0,45
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Os projetos estão 100% conectados com a estratégia da empresa: ser o principal provedor de energia industrial e digital. Desenvolvemos softwares no Brasil, que é pioneiro em termos globais nesse desenvolvimento	1,16
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	Todas as nossas estratégias estão voltadas para o segmento de óleo e gás. Tendo sido os projetos desenvolvidos para atuação nesses segmentos	0,77
CP_M	Segmento de pesquisa	A empresa atua nos dois segmentos, renovável e não renovável	0,33
CP_M	Estratégia de inovação para o setor	O foco é no core business da empresa, mais para a geração, sempre de olho no mercado e nas ações governamentais.	0,62
CP_M	Segmento de pesquisa	Óleo e gás	0,06
CP_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	Nossos produtos principais são pesquisa e desenvolvimento que traga uma a solução para alguma coisa	0,55
CP_M	Destinação dos projetos no setor	Usamos muito para uso interno	0,16
CP_M	Destinação dos projetos no setor	Muitas soluções tecnológicas ficam disponíveis, mas nem sempre tem alguém disposto a utilizar	0,51
CP_M	Destinação dos projetos no setor	Todo o esforço concentrado na área de óleo e gás, e um pequeno em uma planta fotovoltaica	0,49
CP_M	Destinação dos projetos no setor	Eu diria que no futuro a ideia que você tenha uma geração no local será mais acentuada por causa das limitações de uso das terras, direitos e outras coisas.	0,86
CP_M	Tendências das pesquisas	A visão atual implica avaliar a necessidade de energia elétrica, sua tendência de crescimento na indústria, no consumo das pessoas e os centros de pesquisa precisam avaliar como aumentar a oferta de energia. A busca por novas fontes seria interessante	1,38
CP_M	Tendências das pesquisas	Aprimorar soluções digitais para a cadeia produtiva, eficiência na produção, redução de custos.	0,52
CP_M	Tendências das pesquisas	No contexto brasileiro, há produtividade a melhorar dentro da cadeia produtiva no setor, ratificar a questão de custos, mas há um hiato grande entre as ferramentas que tornam a cadeia produtiva no país	1,11
CP_M	Destinação dos projetos no	Redução de perdas em energia	0,15

	setor		
CP_M	Área da atuação no segmento energético	Transmissão	0,06
CP_M	Área da atuação no segmento energético	Geração e transmissão	0,12
CP_M	Área da atuação no segmento energético	Geração	0,04
R6_M	ME Risco	Mas aí tem umas fontes um pouco mais caras; vamos dar o exemplo da energia eólica, que a gente tem recursos; energia solar tem também.	0,41
R6_M	ME Custo	Mas aí tem umas fontes um pouco mais caras; vamos dar o exemplo da energia eólica, que a gente tem recursos; energia solar tem também.	0,41
R6_M	ME Custo	A gente tem custo elevado, mas ainda assim é gritante você investir na exploração dessas fontes, porque ela tem algumas características que são chaves, como o fato de não emitir gases poluentes na sua operação	0,64
R6_M	ME Risco	O risco também é uma condição que deve ser considerada, porque essas fontes de que eu falei, eólica, solar, e ainda tem aí vulneráveis, né, a questões climáticas...	0,51
R6_M	Fins da pesquisa em energia	Produto. Novos produtos.	0,07
R6_M	Fins da pesquisa em energia	Componente tecnológico mais importante	0,12
R6_M	Fins da pesquisa em energia	Mas é para construir, por exemplo, desenvolver um componente eletrônico	0,22
R6_M	Fins da pesquisa em energia	Assim, o produto não é a usina como um todo, mas, assim, uma série de partes, componentes eletrônicos, por exemplo	0,35
R6_M	Formação profissional	Infelizmente, no Brasil, eu acho que... diferentemente do exemplo do setor dos Estados Unidos, a empresa ou a indústria não está muito... não caminha junto com a universidade.	0,54
R6_M	Formação profissional	A gente gera conhecimento, mas esse conhecimento acaba não virando tecnologia	0,24
R6_M	PP para o setor de energia	O setor privado é muito pouco. O setor privado, ele tem exigência da lei, então, por exemplo, no setor do petróleo, as empresas têm que investir um percentual da receita em P & D	0,55



R6_M	PP para o setor de energia	Uma visão limitada, falta de recursos.	0,12
R6_M	PP para o setor de energia	O setor público é o que investe	0,10
R6_M	Participação estatal no setor	Contribui, sim	0,04
R6_M	Participação estatal no setor	As leis, né, de pesquisa e desenvolvimento, né, que obrigam as empresas a investirem em P & D, é um bom exemplo, né, da atuação do Estado	0,42
R6_M	Participação estatal no setor	Orientar as pesquisas	0,06
R6_M	Formação profissional	Esse é o nosso objetivo, né, gerar conhecimento	0,14
R6_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,05
R6_M	Segmento de pesquisa	A gente trabalha mais em renovada	0,10
R6_M	Destinação dos projetos no setor	Quem demanda a pesquisa usa o produto ou o serviço que dela foi gerado	0,22
R6_M	Tendências das pesquisas	Planejamento integrado	0,07
R6_M	Área da atuação no segmento energético	Geração	0,02
R6_M	Tendências das pesquisas	Redução de perdas energéticas	0,09
R6_M	Área da atuação no segmento energético	Regulação do setor elétrico	0,08
R8_M	ME Custo	Custo	0,02
R8_M	ME Risco	Risco	0,02
R8_M	Importância da ER na ME	Eu não acredito que investimento em inovação, nesse momento, vá surtir resultados para uma mudança imediata na matriz energética	0,45
R8_M	ME Risco	Quando você fala de exploração de novas reservas, né, e de novos horizontes aí exploratórios, o olhar todo é para os riscos associados de você crer, no que diz respeito a você conseguir acessar ou não aquele horizonte.	0,76
R8_M	ME Risco	O risco associado ao próprio processo de exploração, da construção do poço, enfim, associado aos acidentes e, obviamente, que você tem tudo isso dentro da área específica de óleo e gás	0,65
R8_M	Fins da pesquisa em energia	Óleo e gás	0,04
R8_M	Formação profissional	Necessidade de você ter uma interação universidade x empresa	0,21

R8_M	PP para o setor de energia	Setor energético, que é o de óleo e gás, que é um ponto fora da curva,	0,25
R8_M	PP para o setor de energia	Não vê de forma tão abundante ou outras áreas do setor energético que tenha esse tipo de iniciativa	0,35
R8_M	Participação estatal no setor	Eu não percebo	0,05
R8_M	Participação estatal no setor	Entra ano, sai ano, as preocupações se repetem e você não vê nenhum tipo de direcionamento para tentar sanar esses problemas.	0,44
R8_M	Participação estatal no setor	Não	0,01
R8_M	Formação profissional	Já participei	0,05
R8_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,06
R8_M	Segmento de pesquisa	Não renovável	0,05
R8_M	Estratégia de inovação para o setor	As pesquisas que têm, que eu trabalho desenvolvendo, são para a. de apoio à decisão à implementação de novas tecnologias, a implementação de novos processos,	0,55
R8_M	Destinação dos projetos no setor	Mitigar dependências ou buscar uma inovação em processos que reduzem o custo	0,27
R8_M	Destinação dos projetos no setor	Não faz sentido falar em comercialização	0,14
R8_M	Tendências das pesquisas	Tendência de energias de fontes renováveis e cada vez fontes limpas	0,24
R8_M	Área da atuação no segmento energético	Geração	0,02
R9_M	Importância da ER na ME	A gente verificando a matriz energética brasileira hoje, a gente percebe que ela é fundamentalmente gerada através da energia hidroelétrica que, porém, traz grandes impactos no meio ambiente e mesmo nas comunidades que por ventura tenham que ser deslocadas. Então existe uma necessidade de se diversificar ainda mais essa matriz energética	0,96
R9_M	ME Custo	Custos	0,02
R9_M	ME Risco	Riscos	0,02
R9_M	Fins da pesquisa em energia	Todas elas importantes. É importante que a gente tenha inovação	0,18
R9_M	Fins da pesquisa em energia	Uma pesquisa de desenvolvimento justamente é para buscar aspectos de inovação de geração de energia	0,28
R9_M	PP para o setor de energia	Acaba sendo uma geração de conhecimento	0,11

R9_M	PP para o setor de energia	Não existe na fundamentação da pesquisa uma necessidade de se resolver o problema real das indústrias e das empresas.	0,33
R9_M	Formação profissional	A gente não tem no Brasil uma ligação muito grande das universidades com as empresas e as empresas investindo fortemente em pesquisa e desenvolvimento em inovação, a gente acaba tendo então uma geração de conhecimento as vezes até razoavelmente boa, porém pouco utilizada em soluções práticas,	0,83
R9_M	Participação estatal no setor	Nula	0,01
R9_M	Participação estatal no setor	O estado brasileiro está falido por diversas situações políticas	0,18
R9_M	Participação estatal no setor	Se a gente for falar especificamente de energia, eu vejo o Estado muito pouco inovador,	0,25
R9_M	Participação estatal no setor	A inovação do Estado é simplesmente fazer privatização	0,15
R9_M	Participação estatal no setor	À medida que o governo consiga realmente provar uma necessidade de uma inovação para um determinado aspecto, uma determinada linha de pesquisa e que, a empresa perceba que essa busca dessa inovação também vai ser benéfica para os objetivos reais da empresa, a tendência é as necessidades se convergirem,	0,86
R9_M	Formação profissional	Dá a formação e ela inclusive faz com que a inovação seja parte da cultura da empresa	0,24
R9_M	Formação profissional	Todo e qualquer funcionário, primeiro deve pensar como empreendedor e segundo, desafiar sempre o status quo para que se possa fazer sempre algo diferente, seja no produto, seja no serviço, seja no processo dentro daquilo que ele faz.	0,66
R9_M	Segmento de pesquisa	Geração	0,02
R9_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,05
R9_M	Estratégia de inovação para o setor	Turbinas estacionárias, que são as que geram a energia elétrica ou as energias para as plataformas de petróleo	0,31
R9_M	Segmento de pesquisa	Energias renováveis	0,05
R9_M	Estratégia de inovação para o setor	Mitigar a perda de geração de gás	0,09
R9_M	Segmento de pesquisa	Energia renováveis	0,05

R9_M	Segmento de pesquisa	Não renováveis	0,04
R9_M	Destinação dos projetos no setor	Intenção é sempre você poder comercializar	0,12
R9_M	Tendências das pesquisas	Eu diria que aqui no Brasil a gente está muito mais ligada ainda as perdas energéticas	0,24
R9_M	Tendências das pesquisas	O mesmo tempo a gente está tentando resolver os nossos problemas de ineficiência, a gente já deveria começar a investir mais em novas fontes energéticas.	0,43
R10_M	Importância da ER na ME	Uma nova configuração de nossa ME dependeria principalmente do apoio do governo de detém o controle desta ME. Para uma mudança séria e consistente teríamos que remover os incentivos das mãos do governo para a iniciativa privada. Com ele, o governo, somente deveria ficar o controle/regulação da ME.	3,04
R10_M	ME Custo	Custo	0,05
R10_M	ME Risco	Risco	0,05
R10_M	Fins da pesquisa em energia	As pesquisas estão em todas as linhas dependendo do momento que o produto, demanda ou incentivos estão sendo aplicados	1,20
R10_M	Importância da ER na ME	Os projetos de energia renováveis (solar e eólica) ainda são considerados de reserva, uma vez que nosso potencial hídrico é enorme.	1,34
R10_M	Importância da ER na ME	Outro ponto importante é que estes projetos podem estar próximos às áreas de consumo evitando grandes investimento em linhas de transmissão, sem mencionar na ajuda para desafogar o sistema priorizando áreas de atuação	2,21
R10_M	PP para o setor de energia	O setor privado ainda é muito dependente do dinheiro "barato" do BNDES	0,71
R10_M	Participação estatal no setor	O Estado controla tudo e sem ele o sistema não funciona	0,56
R10_M	Participação estatal no setor	Existe um desbalanceamento	0,27
R10_M	Participação estatal no setor	Existe uma insegurança econômica e política e fiscal que é praticamente impossível conseguir fazer um investimento que tenha um horizonte de 5 anos	1,50
R10_M	Formação profissional	Existem iniciativas locais	0,27
R10_M	Característica da pesquisa	Pesquisa aplicada	0,17

R10_M	Estratégia de inovação para o setor	Eles são fundamentais, porém precisamos estar atentos aos movimentos do setor em que atuamos e alertar de forma proativa a matriz que está desenvolvendo a solução e trazendo inovação	1,88
R10_M	Estratégia de inovação para o setor	Se não incluirmos nossa demanda na lista de prioridades globais não teremos inovações	0,87
R10_M	Segmento de pesquisa	Renovável	0,09
R10_M	Motivo da escolha pelo segmento de pesquisa	Essência de nossa empresa	0,26
R10_M	Destinação dos projetos no setor	Os produtos respeitam o processo de aprovação chamados "tolo Gates"	0,68
R10_M	Tendências das pesquisas	As pesquisas na área de eólicas	0,32
R10_M	Tendências das pesquisas	Mineração dos dados	0,19
R10_M	Área da atuação no segmento energético	Geração e na cadeia de transmissão de novas fontes energéticas.	0,64