

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica

Darlan Júnior Gonçalves

**PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA: um estudo
de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação
executado na CEMIG**

Belo Horizonte

2024

Darlan Júnior Gonçalves

**PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA: um estudo
de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação
executado na CEMIG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Campos Valadares

Belo Horizonte

2024

Ficha Catalográfica

G635p
2024
D
Gonçalves, Darlan Júnior.
Propriedade intelectual no setor de energia elétrica [manuscrito]: um estudo de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação executado na CEMIG / Darlan Júnior Gonçalves. 2024.

1 recurso online (110 f. : il., gráfs., tabs., color.) : pdf.

Orientador: Eduardo de Campos Valadares.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química (Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica).

Bibliografia: f. 101-108.

Anexo: f. 109-110.

1. Inovações tecnológicas – Teses. 2. Pesquisa e desenvolvimento – Teses. 3. Propriedade intelectual – Teses. 4. Desenvolvimento energético – Teses. 5. Energia elétrica – Teses. 6. Projetos de desenvolvimento – Teses. 7. Companhia Energética de Minas Gerais – Teses. 8. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) – Teses. I. Valadares, Eduardo de Campos, Orientador. II. Título.

CDU 043



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICEX - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 27ª DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DO DISCENTE DARLAN JÚNIOR GONÇALVES, Nº DE REGISTRO 2020726534.

Aos vinte e oito dias do mês de maio de 2024, às 15 horas, online, via Plataforma virtual, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos Professores Doutores: Eduardo de Campos Valadares do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (orientador e presidente da banca), Daniel Fernandes Macedo da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Ciência da Computação e Yluska Bambirra Assunção, da Lataci Research Institute, para julgamento da dissertação de mestrado em Inovação Tecnológica - Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo do discente Darlan Júnior Gonçalves, dissertação intitulada: **"Propriedade Intelectual no setor de energia elétrica, um estudo de caso do Programa Aneel de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação executado na CEMIG."** O presidente da banca abriu a sessão e apresentou a banca examinadora, bem como esclareceu sobre os procedimentos que regem a defesa pública de dissertação. Após a exposição oral do trabalho pelo discente foi realizada arguição pelos membros da banca examinadora, com a respectiva defesa do candidato. Finda a arguição, a banca examinadora se reuniu, sem a presença do discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública desta ata, que segue assinada por mim, pelos membros da banca examinadora e pelo coordenador do programa. Belo Horizonte, 28 de maio de 2024.

Professor Doutor Eduardo de Campos Valadares (Orientador)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Daniel Fernandes Macedo
(Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)

Professora Doutora Yluska Bambirra Assunção
(Lataci Research Institute)

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barbosa
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Fernandes Macedo, Professor do Magistério Superior**, em 08/07/2024, às 11:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo de Campos Valadares, Membro de comitê**, em 08/07/2024, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Allan Claudius Queiroz Barbosa, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/07/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yluska Bambirra Assunção, Usuário Externo**, em 09/07/2024, às 12:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3357947** e o código CRC **EA27486A**.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela companhia em todas as jornadas. À minha família, pelo apoio, dedicação e refúgio. A todos os profissionais e alunos da UFMG que ao longo de muitos anos construíram essa excelente universidade pública. Ao professor Eduardo Campos Valadares, pelo acolhimento e apoio para a realização da pesquisa. Aos profissionais da CEMIG por compartilharem um pouquinho da larga experiência e conhecimento.

RESUMO

A Lei nº 9.991/2000 define percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a serem compulsoriamente investidos em inovação tecnológica pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro. Isso faz com que as empresas contem com relativa previsibilidade orçamentária destinada ao programa da ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Apesar disso, o setor vivencia desafios para aplicar as tecnologias desenvolvidas de maneira prática. Assim, foram feitas análises fundamentadas em um estudo de abordagem quali e quantitativa, focado no caso específico da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) que inclui uma análise dos modelos de gestão de PD&I existentes, levantamento bibliográfico, pesquisa documental e entrevistas com os principais participantes nos projetos de PD&I da CEMIG. Esta pesquisa visa melhor compreender os desafios e oportunidades na gestão dos projetos de inovação da ANEEL. Para isso, foram mapeados os fatores que impedem as empresas do setor elétrico de entregarem resultados mais robustos, levantou-se o quantitativo de propriedade intelectual da empresa pesquisada e identificou-se a existência de fatores comuns, considerando-se os casos de sucesso do PD&I da ANEEL executados pela Cemig. Constatou-se que a obrigatoriedade legal de cumprir as regulamentações do programa PD&I da ANEEL e atender aos complexos mecanismos de controle do órgão regulador, em muitos casos, corroborou para a priorização do cumprimento das normas em detrimento à gestão eficaz de projetos, fator que se repete em diversos agentes do setor elétrico. Constatou-se também que os casos de maior sucesso da CEMIG no Programa de PD&I da ANEEL compartilhavam a característica de abordar uma necessidade de solução de problemas relevantes da empresa, obtendo assim maior engajamento das lideranças e do corpo técnico. Foram identificadas dificuldades, tais como: conciliação do projeto de PD&I com a rotina de trabalho; burocracia excessiva e necessidade de melhor preparação prévia dos gerentes de projeto em relação aos procedimentos do Programa ANEEL. Percebeu-se também a necessidade de melhor capacitar as pessoas que não estão formalmente listadas nos projetos de PD&I, mas que pelas suas atribuições dentro da empresa desempenham papéis cruciais nos projetos. O estudo de caso revelou que, apesar de a CEMIG se destacar positivamente em relação a outros agentes do setor elétrico em termos de quantidade de patentes, projetos e investimentos no Programa de PD&I da ANEEL,

os projetos realizados dentro desse programa podem ter um melhor aproveitamento prático. Essa pesquisa pretende contribuir para maior maturidade e aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas no programa da ANEEL, resultando em ganhos como qualidade de serviço, segurança, racionalização de recursos e sustentabilidade do setor. Sugere-se como estudos futuros a ampliação do estudo com o envolvimento de outros gerentes de PD&I da ANEEL na Cemig; a ampliação da aplicação dessa pesquisa para outras empresas participantes dos projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação da ANEEL e verificar o impacto do novo PD&I, o qual está no seu primeiro ano de vigência (2024), analisando se as mudanças propostas alcançaram os resultados desejados.

Palavras-chave: pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I); setor elétrico brasileiro; inovação tecnológica; CEMIG; ANEEL.

ABSTRACT

Law No. 9,991/2000 establishes minimum percentages of Net Operating Revenue to be compulsorily invested in technological innovation by concessionaires, permit holders, and authorized companies in the Brazilian electrical sector. This provides companies with relative budgetary predictability allocated to the ANEEL program of research, development, and innovation (RD&I). Despite this, the sector faces challenges in practically applying developed technologies. Therefore, analyses were conducted based on a qualitative and quantitative approach, focused on the specific case of Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) and including an analysis of existing RD&I management models, literature review, documentary research, and interviews with key participants in CEMIG's RD&I projects. This research aims to better understand the challenges and opportunities in managing ANEEL's innovation projects. For this purpose, factors hindering electrical sector companies from delivering more robust results were mapped, intellectual property of the researched company was assessed, and common factors were identified, considering successful ANEEL RD&I cases executed by CEMIG. It was observed that the legal obligation to comply with ANEEL's RD&I program regulations and meet the regulator's complex control mechanisms often led to prioritizing compliance over effective project management; a factor repeated in various agents of the electrical sector. It was also noted that CEMIG's most successful cases in the ANEEL RD&I Program shared the characteristic of addressing a relevant problem-solving need within the company, thus gaining greater engagement from leadership and technical staff. Challenges such as reconciling the RD&I project with work routines, excessive bureaucracy, and the need for better preparation of project managers regarding ANEEL Program procedures were identified. There was also a perceived need to better train individuals who are not formally listed in RD&I projects but play crucial roles within the company. The case study revealed that, despite CEMIG's positive standing compared to other players in the electrical sector in terms of patents, projects, and investments in the ANEEL RD&I Program, projects within this program have low practical utilization. This research aims to contribute to the greater maturity and applicability of technologies developed in the ANEEL program, resulting in gains such as service quality, safety, resource rationalization, and sector sustainability. Future studies are suggested to expand the research by involving other ANEEL RD&I managers at CEMIG, applying this research

to other companies participating in ANEEL's Research, Development, and Innovation projects, and assessing the impact of the new RD&I, which is in its first year of operation (2024), analyzing whether the proposed changes have achieved the desired results.

Keywords: Research, Development and Innovation (RD&I); Brazilian electricity sector; technological innovation; CEMIG; ANEEL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da inovação - identificação das oportunidades de melhoria ou soluções para problemas	30
Figura 2. Ilustração do modelo linear de inovação	33
Figura 3. Modelo de inovação elo da Cadeia	34
Figura 4. Modelo de inovação Tríplice Hélice	34
Figura 5. Modelo de inovação sistêmica	36
Figura 6. Modelo de Inovação Aberta.....	38
Figura 7. Capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil	52
Figura 8. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento	62
Figura 9. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação.....	65
Figura 10. Modelo conceitual de inovação aberta e sua relação com a escala TRL	67
Figura 11. Empresas que mais publicam em parceria com universidades	76
Figura 12. Registros de marcas vigentes (CEMIG e empresas Coligadas).....	80
Figura 13. Número de softwares registrados por empresa.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. 10 maiores distribuidoras de Energia Elétrica atuantes no Brasil	53
Tabela 2. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, entre 2023 até 2025, por segmento (D, G e T)	56
Tabela 3. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência e Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, a partir de 2026, por segmento (D, G e T)	57
Tabela 4. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento	61
Tabela 5. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação.....	66
Tabela 6. Comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em diversos países.	74
Tabela 7. Número de patentes por empresa do setor elétrico	82
Tabela 8. Número de patentes de empresas de vários setores.....	83
Tabela 9. Valores de Custo total de projetos de PD&I ANEEL auditados pela ANEEL por ano. Não contempla projetos em curso, atrasados ou em processo de auditoria	85
Tabela 10. Perfis dos entrevistados.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese da metodologia de pesquisa.....	26
Quadro 2. Relação entre Grau de maturidades TRL e fases de classificação da Cadeia de Inovação.....	69
Quadro 3. Principais tecnologias categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP)	73
Quadro 4. Cenário dos projetos PD&I	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BIRPI	<i>Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Intellectuelle</i>
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CUP	Convenção da União de Paris
DPI	Direitos de Propriedade Intelectual
FHC	Fernando Henrique Cardoso, presidente do Brasil de 1995 até 2002
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GATT	<i>General Agreement on Tariffs and Trade</i>
GRU	Guia de Recolhimento da União
ICT	Instituições Científicas e Tecnológicas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LPI	Lei da Propriedade Industrial - Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996
MME	Ministério de Minas e Energia

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PCH	Pequena Central Hidrelétricas - Esses empreendimentos têm, obrigatoriamente, entre 5 e 30 megawatts (MW) de potência e devem ter menos de 13 km ² de área de reservatório
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i>
PEQuI	Plano Estratégico Quinquenal
PINSE	Plataforma de Inovação do Setor Elétrico
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPD&I	Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
ROL	Receita Operacional Líquida
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SSI	Sistema Setorial de Inovação
TCU	Tribunal de Contas da União
URA	Unidade de Resposta Audível

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Justificativa e relevância do estudo	18
1.2. Pergunta de pesquisa	19
1.3. Objetivo geral.....	19
1.4. Objetivos específicos	19
2. METODOLOGIA	21
2.1. Coleta de dados e amostra.....	24
2.2. Tratamento e análise de dados	26
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
3.1. Inovação tecnológica	28
3.2. Modelos de inovação	31
3.3. Propriedade intelectual	39
4. PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	50
4.1. Programa de Pesquisa de Desenvolvimento e Inovação da ANEEL	54
4.1.1. Nível de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão em TRL	64
4.1.2. <i>Startups</i>	70
4.2. Avaliações da ANEEL dos projetos PD&I	71
4.3. Análise de patentes no setor elétrico brasileiro	73
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS - O CASO CEMIG	78
5.1. Questões orientativas das entrevistas	86
5.2. Perfil dos entrevistados.....	86
5.3. Consolidação dos resultados	87
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
6.1 Contribuições da pesquisa	98
6.2 Limitações da pesquisa e estudos futuros	99

REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS GESTORES da CEMIG DE PROJETOS DE PD&I ANEEL	109

1. INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), definiu percentuais mínimos para investimentos em programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) a serem realizados por empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro, com exceção daquelas que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares (BRASIL, 2000).

Anualmente, as empresas do setor elétrico submetem ao órgão regulador do setor, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), um ou mais projetos de PD&I, contendo as metas físicas e financeiras para cada ciclo, conforme definido pelo Manual de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológicos do Setor Elétrico Brasileiro (ANEEL, 2008).

Desta forma, através de força de lei e da regulamentação e fiscalização da ANEEL, as empresas do setor elétrico têm um orçamento mínimo garantido para PD&I, com relativa previsibilidade e obrigatoriedade de execução. As empresas de Geração, Transmissão e Distribuição de energia elétrica devem investir no mínimo 1% de sua receita operacional líquida em atividades de pesquisa e desenvolvimento (PD&I) e eficiência energética. A legislação determina que 0,75% das receitas sejam direcionadas a projetos de PD&I e 0,25% a programas de eficiência energética, sendo a ANEEL responsável por promover o desenvolvimento tecnológico e de pesquisa por meio das empresas reguladas no setor elétrico (ANEEL, 2024).

A despeito disso, o setor vivencia desafios para a aplicação prática da tecnologia, fazendo com que soluções desenvolvidas não sejam aplicadas no mercado ou mesmo na própria empresa desenvolvedora. Apenas cerca de 10% dos projetos desenvolvidos entre 2008 e 2020 chegaram às últimas fases da cadeia de inovação e foram aplicados efetivamente na indústria. A maioria dos projetos nesse período é composta por "estudos de prateleira", que permanecem apenas no papel sem gerar resultados práticos significativos ou mostram pouco progresso além da pesquisa básica e experimental (MONTENEGRO, 2021). Segundo Lima, Rovere e Santos (2018), o Programa de PD&I da ANEEL não está atingindo seu principal objetivo, com

uma baixa taxa de introdução de inovações no mercado. Estes autores constataram que o Programa tem se concentrado apenas em pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas específicas e limitadas aos seus criadores, em vez de promover a inovação de forma abrangente.

Neste sentido, Schappo *et al.* (2021) concluíram que as empresas de energia do setor elétrico brasileiro não demonstram interesse em investir em PD&I devido às condições desfavoráveis de retorno do capital investido.

Diante deste cenário, torna-se oportuno compreender os principais gargalos e fatores facilitadores que permeiam a aplicação prática da tecnologia desenvolvida por meio do PD&I ANEEL, considerando-se o estudo de caso da CEMIG. Com isso pretende-se analisar ações que possam facilitar a aplicabilidade da propriedade intelectual gerada pelo Setor Elétrico Brasileiro, de modo que ela possa ser efetivamente disseminada e empregada em larga escala.

1.1. Justificativa e relevância do estudo

Ao analisar os principais desafios na gestão do programa de inovação da ANEEL, este estudo pode auxiliar os gestores a tomarem decisões embasadas para novos projetos, promovendo uma reflexão mais fundamentada e estratégica. Isso pode contribuir para otimizar a aplicação do dinheiro público no programa de inovação da ANEEL. Além disso, investimentos mais qualificados em inovação podem resultar em um maior desenvolvimento social e econômico do país, conforme destacado por Cassiolato e Podcameni (2016), que enfatizam a inovação como um catalisador econômico que requer políticas governamentais eficientes.

A presente pesquisa visa melhor compreender os desafios e oportunidades na gestão dos projetos de inovação da ANEEL. Com isso pretende-se contribuir para uma maior maturidade e aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas no programa da ANEEL e sua inserção no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), resultando em ganhos como qualidade de serviço, segurança, racionalização de recursos e sustentabilidade do setor.

A relevância deste trabalho também se deve ao fato de o tema ser ainda pouco explorado na literatura, sobretudo de maneira aplicada, considerando-se estudos de caso envolvendo atores relevantes do Setor Elétrico Brasileiro.

1.2. Pergunta de pesquisa

Os produtos e processos resultantes dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da ANEEL não alcançam maturidade avançada e são ainda pouco aproveitados pelo Setor Elétrico Brasileiro?

1.3. Objetivo geral

Compreender os motivos pelos quais os produtos e processos podem não ser plenamente aproveitados, apesar do orçamento garantido e obrigatório do programa de PD&I da ANEEL.

1.4. Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Levantar o quantitativo de propriedade intelectual (patentes) da empresa pesquisada.
- Mapear os fatores que impedem as empresas do setor elétrico de entregarem resultados mais robustos considerando-se o capital financeiro e os recursos humanos disponíveis para suas atividades de PD&I.
- Identificar se existem fatores comuns, considerando-se os casos de sucesso.
- Identificar as barreiras a serem vencidas para que o acervo de propriedade intelectual das Distribuidoras se transforme em fonte de renda e diferencial competitivo.

Para responder à pergunta de pesquisa é proposto um estudo de caso da CEMIG Distribuição, através de uma avaliação das patentes e demais Propriedades Intelectuais da empresa, do retorno que elas proporcionaram até agora, buscando-se elucidar o fato de que uma parte significativa dessa Propriedade Intelectual ainda não tem aplicação prática.

Em complemento a este **Capítulo 1**, de introdução, a presente dissertação está organizada da forma descrita na sequência.

No **Capítulo 2** é descrita a metodologia empregada na pesquisa.

No **Capítulo 3** é abordado o referencial teórico adotado, incluindo conceitos e modelos de inovação. As inovações mapeadas no estudo de caso da CEMIG Distribuição são avaliadas a partir deste referencial teórico. Também é abordada a importância da propriedade intelectual (PI) e os vários meios utilizados para protegê-la.

No **Capítulo 4** é apresentado um panorama geral do grau de maturidade da propriedade intelectual do setor elétrico e as principais peculiaridades das inovações em distribuidoras de energia elétrica, como, por exemplo, o ambiente fortemente regulado, incentivos legais, o equilíbrio entre riscos da inovação e cumprimento de metas regulatórias da ANEEL.

No **Capítulo 5** é abordado o caso da CEMIG Distribuição, trazendo a visão geral da empresa, indicadores de investimentos em PD&I da ANEEL, além de quantitativos de propriedade intelectual. São discutidos os impactos da inovação tecnológica na CEMIG e como a empresa tem se beneficiado das suas inovações em PD&I. Além disso, é abordado o problema objeto do estudo. São analisadas as entrevistas com os atores da CEMIG diretamente ligados ao PD&I da ANEEL. E são discutidos os pontos fortes e desafios da inovação tecnológica no âmbito da CEMIG.

No **Capítulo 6** são discutidos os principais resultados do presente estudo, incluindo considerações finais e conclusões. As referências bibliográficas e um apêndice se encontram no final do trabalho.

2. METODOLOGIA

Este capítulo aborda o método e as técnicas adotados para responder ao questionamento da pesquisa: os produtos e processos resultantes dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da ANEEL não alcançam maturidade avançada e são ainda pouco aproveitados pelo Setor Elétrico Brasileiro?

De acordo com Lakatos (2021), técnica é a aplicação de métodos e processos em uma área específica, como ciência ou arte. Envolve a habilidade de utilizar esses métodos na prática, sendo fundamental para alcançar os objetivos de qualquer área de conhecimento. De acordo com a autora, o pesquisador utiliza teorias prévias para planejar meticulosamente o método, definir problema e hipóteses, registrar dados sistematicamente e analisá-los com precisão. Portanto, considerando o referencial teórico, optou-se pela metodologia apresentada.

O objetivo de pesquisas descritivas é desenvolver e esclarecer conceitos, além de modificar ideias para formular problemas mais precisos ou hipóteses para estudos futuros (GIL, 2008). A abordagem teórica se baseia numa revisão de literatura e busca mapear os aspectos importantes a serem investigados. Assim, quanto à natureza desta pesquisa, ela é classificada como descritiva e aplicada, lançando mão das técnicas de pesquisa documental e bibliográfica para melhor compreensão do cenário do tema pesquisado (LAKATOS, 2021). Segundo Flick, Costa e Caregnato (2009), a principal característica da pesquisa aplicada é o desenvolvimento ou testagem de teorias em campos práticos e o objetivo principal se materializa nas declarações referentes a um campo específico.

Para atender aos objetivos deste trabalho definiu-se por realizar um estudo de caso de gestão de propriedade intelectual da Companhia Energética de Minas Gerais, sobretudo no que se refere ao programa de PD&I da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é caracterizado, entre outros aspectos, pelo foco em fenômenos contemporâneos e pelo interesse no aprofundamento dos conhecimentos do pesquisador sobre os eventos, podendo envolver um único caso ou múltiplos casos.

Um trabalho científico começa com a escolha do tema de pesquisa, seguida pela definição do método a ser usado (CRESWELL; CRESWELL, 2018). O primeiro passo é desenvolver um referencial teórico que explique os principais conceitos e suas relações, por meio de pesquisa bibliográfica (GHAURI; GRONHAUG, 2010; VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). A construção deste referencial envolve varreduras horizontal e vertical da literatura (FLEURY, 2010). A varredura horizontal é uma busca ampla, motivada pelas primeiras ideias. Já a varredura vertical é uma busca direcionada ao objetivo definido, visando analisar criticamente a teoria relacionada ao problema de pesquisa (FLEURY, 2010).

A elaboração do referencial teórico envolveu consultas a publicações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e à base de dados Scopus. Esta é reconhecida como uma das principais bases de dados de documentos científicos de referência (DUDZIAK, 2015). O acesso a essa base é restrito, mas é disponibilizado gratuitamente para a comunidade acadêmica da UFMG por meio do Portal de Periódicos da CAPES.

Para obtenção de informações do campo de interesse foi empregada a pesquisa documental. Nesta, os dados são coletados de documentos, sejam eles escritos ou não (LAKATOS, 2021). O presente trabalho utiliza fontes primárias, aquelas em que as informações são obtidas dos documentos, mas também fontes secundárias, ou seja, derivadas de trabalhos de análises feitas em relação aos documentos primários (LAKATOS, 2021).

Também foi analisada a legislação e normas vigentes de setor elétrico. Além disso, foram feitas consultas às publicações técnicas. Por exemplo, às revistas de PD&I da ANEEL e o Manual de Oslo, um documento internacional criado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em conjunto o Escritório de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT), responsável por publicar estatísticas e indicadores de alta qualidade em toda a Europa.

A coleta de dados quantitativos inclui o número de patentes, valores investidos em inovação, posicionamento da propriedade intelectual do Brasil e da CEMIG

comparado a outros atores do ecossistema. A coleta de dados qualitativos, por sua vez, busca situar a organização da área de inovação na estrutura da empresa.

Os sites da CEMIG e de outras empresas do setor foram consultados para entender o contexto organizacional e apoiar outros aspectos da pesquisa. Para obter informações sobre as patentes, foi realizada uma pesquisa documental na base de dados do INPI e *PatentScope*, a fim de identificar o número de depósitos de propriedade intelectual realizados pela CEMIG.

Embora a propriedade intelectual inclua diversos elementos como direitos autorais, marcas registradas e segredos industriais, este estudo se concentrou nas patentes, pois são um indicador crucial para medir a inovação, conforme definido pelo Manual de Oslo. Além disso, a patente é um dos indicadores amplamente utilizados em *rankings* e pesquisas sobre inovação, como o PINTEC e o Índice Global de Inovação (DUTTA; LANVIN; WUNSCH-VINCENT, 2023).

O número de patentes é um indicador significativo que permite avaliar a capacidade inovadora de uma organização. Neste sentido, Machado (2004) diferencia pesquisa científica de pesquisa tecnológica, descrevendo a última como aquela que atende às necessidades do mercado, resultando em patentes com valor econômico. A autora também sugere que a pesquisa tecnológica se beneficia do conhecimento existente, não necessariamente da produção científica local Machado (2004).

Nesse sentido, esta dissertação é resultado de uma pesquisa científica que analisa principalmente a pesquisa tecnológica, representada aqui pelas patentes, produtos e serviços provenientes de projetos de PD&I do setor elétrico brasileiro.

Quanto à abordagem, a pesquisa é mista, combinando de forma complementar as abordagens qualitativa e quantitativa (TRIVIÑOS, 1987). Este estudo de caso tem ênfase no caráter qualitativo, visando coletar mais informações e destacar os diversos aspectos do fenômeno investigado (SOUZA; KERBAUY, 2017). Neste caso, as técnicas qualitativas são as que permitem maior profundidade nos dados levantados anteriormente (Flick, Costa e Caregnato, 2009).

A ênfase na abordagem qualitativa se deve ao foco na investigação da subjetividade, não na quantificação dos eventos. Conforme Triviños (1987) e Flick, Costa e Caregnato (2009), a pesquisa qualitativa não segue uma sequência tão rígida quanto a pesquisa quantitativa, mas não dispensa o planejamento, exigindo novas buscas durante a interpretação dos dados. Flick, Costa e Caregnato (2009) explicam que os métodos qualitativos incorporam a subjetividade tanto do pesquisador quanto dos sujeitos estudados, considerando suas impressões, sentimentos e observações como dados válidos.

Ressaltando que, de acordo com Lakatos (2021), as pesquisas qualitativas descritivas são estudos empíricos que visam descrever características de fatos ou fenômenos, avaliar programas ou isolar variáveis principais. Podem usar métodos formais similares a experimentos, com precisão e controles estatísticos, para verificar hipóteses. Utilizam técnicas qualitativas, como entrevistas e questionários, para coletar dados sobre populações ou amostras, empregando procedimentos de amostragem (Flick, Costa e Caregnato, 2009; Lakatos, 2021).

2.1. Coleta de dados e amostra

No presente estudo não houve a preocupação em se obter uma amostra estatisticamente significativa, daí o seu caráter mais qualitativo do que quantitativo (FLICK; COSTA; CAREGNATO, 2009). Esta é uma de suas limitações, que apesar de realizar uma análise detalhada, não estabelece comparações com outras organizações do Setor Elétrico Brasileiro.

O levantamento de dados se deu através da análise de banco de dados públicos do órgão regulador (ANEEL), de banco de dados de patentes, como por exemplo o *Patentscope* (plataforma online fornecida pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) que permite acesso gratuito a informações sobre patentes de todo o mundo) e o banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O foco da pesquisa é a CEMIG Distribuição, a maior Distribuidora de energia elétrica do Brasil. Yin (2015) aponta seis fontes possíveis para a coleta de evidências em estudos de caso. Cada uma delas demanda do pesquisador habilidades e

procedimentos metodológicos específicos para sua abordagem. Neste estudo de caso, utilizou-se de três dessas técnicas, visando obter os dados necessários para a pesquisa:

- Documentos
- Registros em arquivos
- Entrevistas

Segundo Yin (2015), é crucial que o estudo de caso mantenha um nível adequado de qualidade e confiabilidade. Para tanto, o pesquisador deve ater a alguns princípios durante a coleta de dados, tais como:

- Consistência entre as evidências de múltiplas fontes sobre o mesmo conjunto de fatos observados.
- Armazenamento das evidências em um banco de dados dedicado.
- Correlação entre os questionamentos, os dados obtidos e as conclusões finais.

Como instrumento para coleta de dados qualitativos, recorreu-se às entrevistas semiestruturadas. Segundo Gil (2008), elas constituem o método apropriado para coletar dados sobre como os indivíduos percebem eventos. Flick, Costa e Caregnato (2009) complementam que as entrevistas semiestruturadas têm sido muito utilizadas por serem técnicas propícias para a expressão dos pontos de vista dos indivíduos, em contraponto aos questionários. A partir do referencial teórico, elaborou-se o roteiro de entrevista, apresentado no Apêndice A.

As pessoas escolhidas como entrevistados devem ter algum conhecimento sobre o tópico estudado (Flick, Costa e Caregnato, 2009). Com isso, a seleção da amostra foi deliberadamente intencional, baseada na acessibilidade, uma vez que os participantes convidados estão diretamente envolvidos no tema em questão. Todos eles têm larga

experiência na execução e gestão de projetos de PD&I da CEMIG (FLICK; COSTA; CAREGNATO, 2009).

2.2. Tratamento e análise de dados

A metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2015) foi empregada para as questões qualitativas. Esta técnica consiste em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Neste sentido, a organização dos resultados obtidos na pesquisa, analisados separadamente, foi realizada de acordo com as controvérsias levantadas, buscando-se observar os princípios já citados de consistência entre as evidências de múltiplas fontes sobre o mesmo conjunto de fatos observados e entre os questionamentos, os dados obtidos e as conclusões finais.

No Quadro 1 é apresentada a síntese da metodologia de pesquisa adotada neste trabalho.

Quadro 1. Síntese da metodologia de pesquisa

Aspecto	Descrição	
Quanto à natureza	Descritiva e aplicada	
Estratégia	Estudo de caso – Cemig	
Abordagem	Mista – qualitativa e quantitativa	
Técnica de pesquisa	Documental e Bibliográfica	Entrevista semiestruturada
Levantamento e coleta de dados	Banco de dados da Aneel, Legislações, base de dados de patentes como Patentscope e INPI, base de dados acadêmica como Scopus, sites e documentos de empresas do setor.	Entrevistas seguindo um roteiro orientativo

Registro e sistematização dos dados

- Leitura e seleção de fragmentos
- Planilhas de Excel

- Anotações e gravações
- Planilhas de Excel

Análise dos dados

Análise de conteúdo

Análise estatística

Fonte: autoria própria (2024)

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo constitui uma breve revisão da literatura e objetiva apresentar conceitos de inovação e propriedade intelectual, sem a pretensão de esgotar o tema. É importante destacar que o termo inovação é muito amplo, sendo comuns abordagens como inovação tecnológica, inovação social, inovação organizacional, inovação de modelo de negócios, inovação de *marketing*, entre outros. Esta dissertação se restringe à inovação tecnológica, envolvendo produto, processo e/ou serviço.

3.1. Inovação tecnológica

De acordo com Freeman e Soete (2010), a inovação tecnológica pode ser definida como um processo que envolve a concepção, desenvolvimento e implementação de novos produtos, serviços ou processos baseados em avanços científicos e tecnológicos. Essa forma de inovação está intimamente ligada à aplicação prática do conhecimento científico e/ou tecnológico visando melhorar a eficiência, a qualidade, a produtividade ou, ainda, criar oportunidades de mercado. A inovação tecnológica pode resultar em melhorias significativas na competitividade de empresas e setores econômicos, além de promover avanços sociais e melhorias no bem-estar da sociedade como um todo.

Segundo Dziallas e Blind (2019), a distinção fundamental entre inovação e invenção tecnológica reside na introdução de um produto no mercado. Enquanto uma invenção tecnológica refere-se à criação de algo novo, a inovação ocorre quando essa invenção é efetivamente lançada no mercado e adotada pelos usuários finais, gerando valor econômico e social.

A adoção de uma inovação por usuários acaba impactando a sociedade. Conforme destacado por Higachi (2009), todas as tecnologias, independentemente de sua magnitude e características distintas, alteram a maneira como os seres humanos interagem entre si e com o seu entorno. Nenhuma tecnologia pode ser considerada neutra no que tange ao seu potencial poder econômico e social.

Neste referencial, a inovação é tida como um processo dinâmico de contínua substituição. Assim como uma inovação surge para suplantiar algo tido como padrão, ao longo do tempo ela mesma se tornará obsoleta e será substituída por uma inovação mais adequada (SCHUMPETER, 1934). Essa perspectiva de Schumpeter (1934) desafiou a ideia de ciclicidade na economia, destacando a inovação como um elemento-chave para o dinamismo no desenvolvimento econômico. Nesta abordagem, o processo de desenvolvimento não se baseia apenas nos recursos disponíveis em um país, mas na combinação inovadora desses recursos (terra, população, capital, poupança etc.), que leva à destruição de paradigmas e estruturas antigas, gerando algo novo que altera as estruturas econômicas de uma época, para então ser substituído por algo inovador em seguida (OLIVEIRA, 2014).

Quando o ciclo da inovação é concluído, todos saem ganhando: a empresa que investe e busca retorno financeiro, o consumidor que deseja novos produtos ou serviços e o país que alcança resultados econômicos mais satisfatórios. Nesse sentido, a capacidade das empresas de se diferenciar e inovar torna-se essencial, não apenas por meio do desenvolvimento de novos produtos, mas também pela diversificação, diferenciação e atendimento das necessidades coletivas e individuais (ALVAREZ, 2010).

Uma vez esclarecida a distinção entre invenção e inovação, e, sendo claro o impacto para a sociedade de qualquer inovação, é desejável entender os papéis dos atores envolvidos em um ecossistema inovador. Um dos atores são os empresários, já que a inovação precisa de um produto voltado para o mercado. Para Schumpeter (1934), a empresa desempenha um papel central no processo de inovação, pois a inovação é intrínseca à sua natureza. De acordo com sua obra "Teoria do Desenvolvimento Econômico" de 1934, os empresários ocupam uma posição de liderança no capitalismo devido às suas inovações. Por um lado, eles abrem novos caminhos, e por outro lado, atraem numerosos imitadores. Dessa forma, de maneira simplificada, pode-se considerar as etapas da inovação conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1. Etapas da inovação - identificação das oportunidades de melhoria ou soluções para problemas



Fonte: autoria própria (2024)

Assim, é crucial que as empresas avaliem as oportunidades mercadológicas e tecnológicas antes de definir onde inovar, uma vez que a inovação envolve riscos e as organizações não podem assumir riscos ilimitados. Além disso, o processo de inovação deve estar alinhado com a estratégia de negócio da organização, levando em consideração suas competências mercadológicas e tecnológicas (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005).

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2005), o conhecimento não precisa necessariamente residir dentro da organização, podendo ela ter acesso a competências em outros ambientes. No entanto, é fundamental estabelecer relacionamentos para acessar conhecimentos complementares, recursos, equipamentos, entre outros. A vantagem estratégica é alcançada ao mobilizar competências tanto internas quanto externas à empresa.

Conforme definido pelo Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a inovação abrange atividades e resultados relacionados à empresa. É considerada inovação qualquer produto ou processo inovador ou aprimorado, que difere significativamente dos anteriores e é disponibilizado ou utilizado pelos usuários em potencial. As atividades de inovação das empresas englobam o desenvolvimento, aspectos financeiros e comerciais realizados pela empresa, visando obter inovação. No contexto empresarial, uma inovação de negócios refere-se a um produto ou processo de negócios novo ou aprimorado, que difere significativamente dos produtos ou processos de negócios anteriores e é introduzido no mercado ou usado pela empresa (OCDE, 2018).

A inovação incremental é considerada como aquela que existe no mercado atual e em vez de criar redes de valor novas, sua abordagem melhora e expande as já existentes para atender às necessidades de um grupo específico. As inovações disruptivas têm

o potencial de criar redes de valor, tanto em mercados já estabelecidos quanto em mercados completamente novos, tendo grande impacto no mercado (CHRISTENSEN, 2019). A inovação radical é semelhante à disruptiva, pois introduz um novo modelo de negócio junto com uma tecnologia revolucionária. No entanto, seu impacto inicial no mercado é baixo, apesar da novidade tecnológica. Em mercados estáveis e maduros, as organizações geralmente optam pela inovação incremental. Já em ambientes voláteis, onde é necessário introduzir rapidamente novos produtos, serviços, tecnologias ou modelos organizacionais, a adoção da inovação radical ou disruptiva é crucial (MARQUES; DIAS; VIANNA, 2021).

No contexto da Lei 10.973/04, que faz parte do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCTI), a inovação é definida como:

A introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (Art. 2º, inciso IV da Lei).

Existem várias abordagens teóricas que exploram o fenômeno da inovação, como o modelo Linear, Elo da Cadeia, Tríplice Hélice, Modelo Sistêmico e Inovação Aberta. Essas abordagens visam explicar as relações estabelecidas entre diferentes setores envolvidos nos sistemas de inovação de um país, incluindo o Estado, as universidades, os centros de pesquisa e o setor industrial.

3.2. Modelos de inovação

O modelo linear de inovação, concebido após a segunda guerra mundial, propõe uma sequência unidirecional de ações, começando pela pesquisa básica, passando para a pesquisa aplicada e o desenvolvimento, e, por fim, a produção e comercialização, com uma clara separação entre as atividades das instituições de ciência e tecnologia e as empresas.

De acordo com Guimarães (2002), o modelo linear *science-pushed* apresenta limitações, pois é adequado apenas para explicar grandes avanços tecnológicos, mas não é suficiente para abordar os progressos tecnológicos incrementais que

geralmente impulsionam a competitividade. Esse modelo considera a inovação como um processo sequencial e hierárquico, no qual há uma sucessão da pesquisa fundamental para a pesquisa aplicada e, posteriormente, para o desenvolvimento do produto, produção e comercialização. No entanto, ele não leva em consideração a interação da pesquisa científica com o mercado (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

A maioria das empresas não realiza inovações radicais, mas todas têm a capacidade de realizar inovações incrementais. Essas inovações podem surgir a partir do aprendizado informal nas atividades diárias. Além disso, as inovações incrementais também podem ocorrer quando as empresas utilizam novos produtos, processos ou formas de organização desenvolvidos por terceiros, adaptando-os às suas necessidades. Essa segunda forma de inovação incremental destaca a importância da disseminação do conhecimento no processo global de inovação (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

Conforme ressaltado por Rauen e Turchi (2017), é importante não confundir inovação com uma abordagem linear que considere o desenvolvimento tecnológico ou a pesquisa científica como únicas fontes de inovação. Embora essas fontes sejam essenciais para inovações mais disruptivas, há uma variedade de outras fontes igualmente relevantes para a introdução de novos produtos e processos na economia. A concepção linear simplifica o processo de inovação ao posicionar a pesquisa científica como a única fonte de inovação e apenas no início do processo, ignorando o fato de que a inovação ocorre em um contexto que abrange aspectos culturais, históricos e econômicos específicos de um determinado local.

Desde tempos remotos, o conhecimento tecnológico tem possibilitado a existência e o desenvolvimento de diversas atividades produtivas, mesmo sem um respaldo científico direto. Isso significa que, ao contrário do que o modelo linear defende, a inovação tecnológica ocorre mesmo na ausência de uma compreensão clara dos princípios científicos fundamentais. Em relação a isso, Rosenberg (1982, p. 143) afirma: "se a raça humana tivesse ficado restrita às tecnologias que fossem compreendidas de forma científica, já teria desaparecido há muito tempo". Portanto, esse autor argumenta que é o progresso da tecnologia que impulsiona o

desenvolvimento da própria ciência, levando-a a elaborar modelos que sistematizem e compreendam o conhecimento tecnológico existente.

Nesse contexto, Rosenberg (1982, p. 142) menciona o caso em que Pasteur desenvolveu a ciência bacteriológica a partir de suas tentativas de solucionar os problemas de fermentação e deterioração na indústria vinícola francesa. É comum que, mesmo quando a ciência está à frente da tecnologia, a demonstração de que um novo conhecimento pode ser aplicado com êxito comercialmente impulsiona a mobilização dos recursos necessários para o desenvolvimento da ciência.

Figura 2. Ilustração do modelo linear de inovação



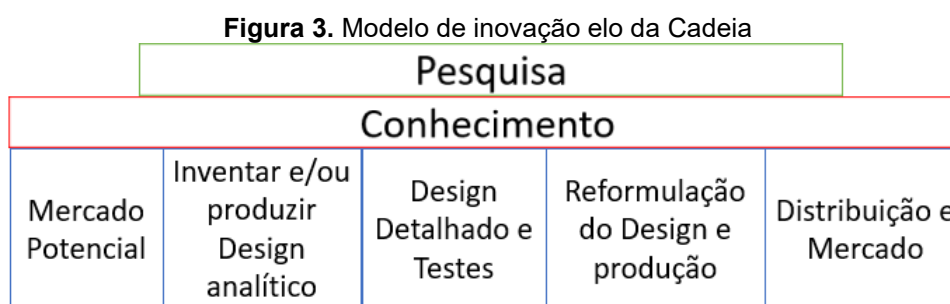
Fonte: autoria própria (2024)

Em virtude das limitações do modelo linear, novos modelos foram propostos. Dentre eles, Elo da Cadeia (*chain linked model*), o modelo Tríplice Hélice, o modelo Sistêmico de Inovação, e a inovação aberta, que serão abordados a seguir.

O modelo Elo da Cadeia, proposto por Kline e Rosenberg (1986) no estudo "*An Overview of Innovation*", destaca a empresa como protagonista do processo inovador. Neste modelo, a empresa desempenha ações interdependentes e mutuamente alimentadoras tanto internamente quanto em sua relação com outros agentes da cadeia, como ICTs, fornecedores e consumidores finais. O modelo também leva em conta os efeitos de retroalimentação e reconhece a contribuição contínua da pesquisa universitária ao longo de todo o processo, não apenas no início.

Neste modelo, para atendimento das demandas são necessários conhecimentos científicos e tecnológicos. O projeto só é implementado se houver possibilidade real de sucesso comercial (MAZZUCATO, 2013).

Embora seja um avanço significativo em relação ao modelo linear, o modelo Elo da Cadeia tem limitações, pois se concentra apenas nos atores envolvidos diretamente na cadeia de inovação de uma empresa específica. Esta abordagem leva em consideração todo um contexto e promove a compreensão de um sistema nacional de inovação.

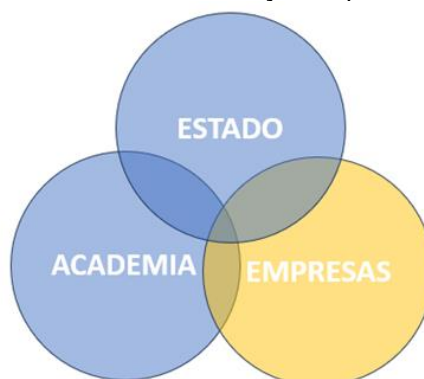


Fonte: adaptado de Kline e Rosemberg (1986)

Essa abordagem foi superada pelos modelos sistêmico, tríplice hélice e de inovação aberta.

Avançando na discussão, Etzkowitz (2003) introduziu o conceito da Tríplice Hélice. Ele argumentou que, enquanto a dupla hélice explicava o modelo do DNA, a sociedade é mais complexa e exige a compreensão da interação entre três hélices, empresa-governo-universidade. O regime da Tríplice Hélice tem início quando a universidade, a indústria e o governo estabelecem um relacionamento mútuo, buscando melhorar o desempenho uns dos outros (ETZKOWITZ, 2003).

Figura 4. Modelo de inovação Tríplice Hélice



Fonte: autoria própria (2024)

O modelo da Tríplice Hélice propõe que a interação entre universidade, indústria e governo seja a chave para fomentar a inovação e construir uma sociedade fundamentada no conhecimento. Nesse modelo, a indústria/empresas desempenha o papel de local de produção, o governo/Estado é responsável pelas relações contratuais que asseguram a estabilidade das interações e as universidades/Academia são a fonte de conhecimento e tecnologia, essenciais para impulsionar as economias baseadas no conhecimento (ETZKOWITZ, 2003). A Tríplice Hélice destaca o papel dessas relações na promoção da inovação.

Recentemente, tem havido discussões em torno da inclusão de outras dimensões na abordagem da Tríplice Hélice, como a Quíntupla Hélice, a qual considera também o papel da sociedade e do meio ambiente, sendo a sociedade influenciada pela mídia, cultura e valores. No âmbito do meio ambiente, são analisados aspectos como o desenvolvimento sustentável e a ecologia social. Esse modelo busca um equilíbrio entre o progresso da sociedade e da economia, visando à continuidade do avanço das civilizações (MINEIRO *et al.*, 2018).

Dentre os diversos modelos de inovação tecnológica, destaca-se também a Inovação Sistêmica. Segundo Edquist (1997), os sistemas de inovação (SI) envolvem diversos fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais e outros que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações. Esses sistemas podem abranger níveis supranacionais, nacionais, regionais, setoriais ou sistemas tecnológicos de inovação. O conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) é frequentemente discutido e refere-se a uma parte específica da realidade dos SI.

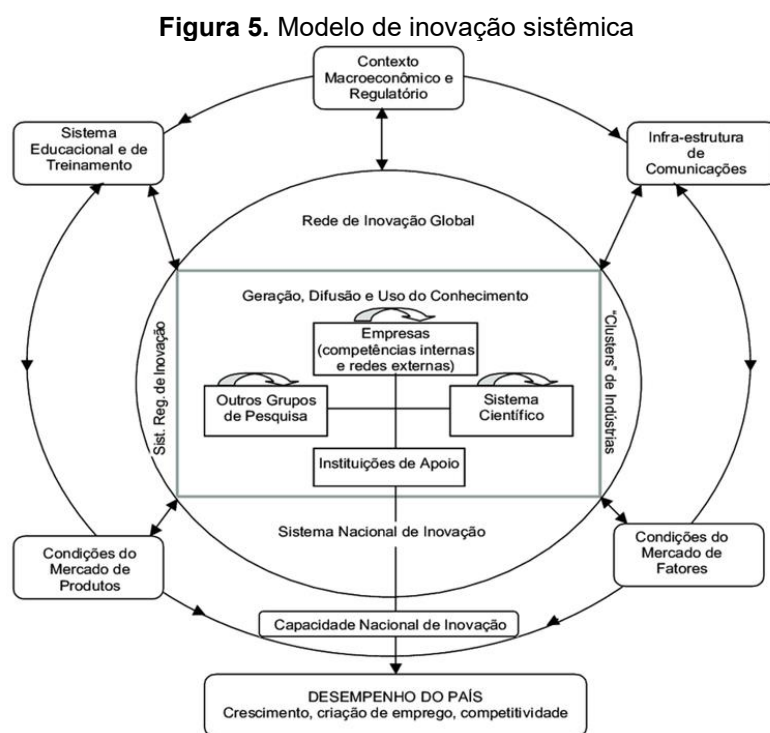
A proposta da abordagem sistêmica surge quando há a compreensão de que o processo de inovação não é um processo linear que envolva interações apenas entre organizações, mas também entre essas organizações e as demais instituições. A abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) destaca principalmente o fato de que o contexto institucional, a cultura e a história dos países e regiões desempenham um papel crucial nos processos de inovação. As instituições influenciam e moldam o comportamento de indivíduos e organizações, assim como as interações estabelecidas entre eles. Como a inovação é um processo interativo, ela depende crucialmente do contexto institucional. Muitas vezes, é o contexto

institucional que explica por que países com estruturas produtivas semelhantes têm desempenhos inovadores distintos (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

Geralmente cinco grupos principais estão presentes nos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI): (i) empresas; (ii) Instituições de Ensino e Pesquisa; (iii) instituições de apoio tecnológico, como centro de transferência de tecnologia, parques tecnológicos e incubadoras; (iv) sistema financeiro; e (v) instituições públicas como Ministérios de Estado e agencias estatais (SIMÕES, 2003).

No decorrer dos anos, a inovação tem sido analisada de várias maneiras. Em um mundo cada vez mais competitivo e globalizado, a abordagem colaborativa da inovação tem se destacado. Empresas de todos os tamanhos trabalham juntas em busca de conhecimento e recursos complementares, visando promover a inovação contínua e obter vantagens competitivas (CHENG; HUIZINGH, 2014; WEST; BOGERS, 2014).

Na Figura 5 é apresentado o modelo de inovação sistêmica proposto pela OCDE, demonstrando a interligação dos diversos fatores tendo em vista o desenvolvimento do país.



Este modelo evidencia a complexidade das relações entre os vários atores envolvidos nos processos de inovação.

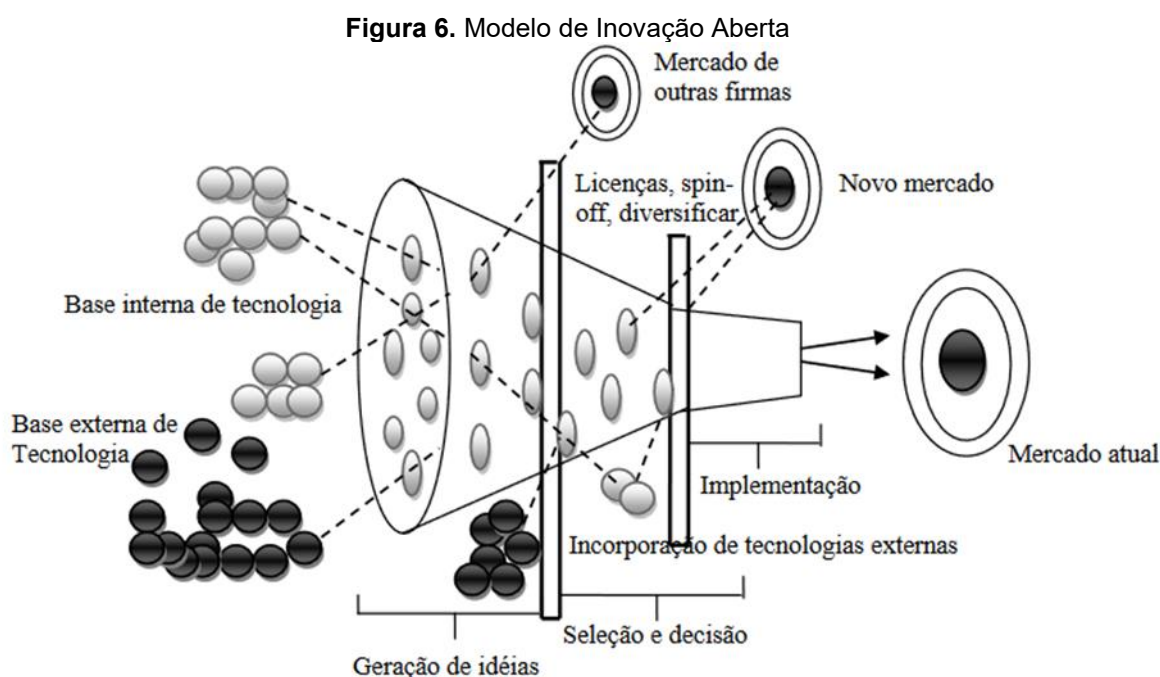
A crescente necessidade de inovação e a pressão para reduzir o tempo de lançamento de produtos no mercado têm levado as organizações a adotar os princípios do modelo de inovação aberta. Embora as raízes da inovação aberta sejam históricas, o conceito de buscar conscientemente recursos externos para complementar os processos internos e aproveitar oportunidades de mercado internas é mais recente, sendo consolidado quando o termo "inovação aberta" foi criado (HUIZINGH, 2011).

A inovação aberta não é uma ideia completamente nova. Cohen e Levinthal (1990) já discutiam o conceito de capacidade de absorção, que se refere à capacidade das empresas de reconhecer, assimilar e aplicar informações adquiridas externamente em produtos comercializáveis com alto valor agregado. Outros autores também exploram diferentes aspectos da inovação, como as capacidades dinâmicas, que se relacionam com a habilidade de uma empresa de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas em um ambiente de mudanças constantes (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

A inovação aberta se baseia na busca por uma intensificação da pesquisa e desenvolvimento, por meio da transferência de conhecimentos de agentes externos, que possam se alinhar com as capacidades tecnológicas das empresas. Essa prática traz diversos benefícios, como a redução de custos, inclusive os relacionados ao capital humano. Segundo Cohen e Levinthal (1990), com a globalização da pesquisa, tecnologia e desenvolvimento de produtos, a inovação aberta se tornou mais acessível. Estar em proximidade física com centros de excelência permite que uma empresa aumente sua capacidade de absorção, ou seja, a capacidade de internalizar conhecimentos e atividades de pesquisa e desenvolvimento e inovação por meio de parcerias com universidades e centros de pesquisa, garantindo acesso ao conhecimento e às habilidades dos melhores talentos globais, sem necessariamente empregá-los diretamente.

De acordo com Tidd e Bressant (2015), são várias as motivações que levam as empresas a estabelecer colaborações externas, como a redução de custos tecnológicos e de entrada no mercado, a mitigação de riscos associados, a obtenção de economias de escala, a aceleração do tempo necessário para desenvolver e comercializar novos produtos, bem como a promoção do compartilhamento de aprendizado.

Segundo Medeiros (2020), a globalização dos mercados e a intensificação da concorrência levam os gerentes de PD&I a considerar a aquisição de tecnologia de fontes externas como uma forma de complementar as atividades internas de PD&I. Essa abordagem é motivada pela necessidade de reduzir incertezas relacionadas ao custo, tempo e desempenho de novos produtos, bem como pela pressão do tempo. Com isso, as inovações externas têm o potencial de agregar um valor significativo. O setor interno de PD&I pode ser responsável apenas por uma parte desse valor agregado aos produtos e processos, não sendo necessário gerar todas as pesquisas internamente para lucrar com elas. É possível, inclusive, obter lucro ao compartilhar a propriedade intelectual com os concorrentes, além de adquirir propriedade intelectual de outras empresas para dar continuidade ao processo de inovação.



Fonte: adaptado de CHESBROUGH (2012a), na publicação "Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia"

Na Figura 6 é ilustrado o modelo de inovação aberta. O qual permite que empresas possam se manter competitivas, através parcerias e inserção de ideias externas, formando uma espécie de ecossistema de inovação no qual todos contribuem e se apoiam sistemicamente para crescer.

3.3. Propriedade intelectual

A propriedade intelectual e as ferramentas empregadas para proteger a inovação constituem elementos-chave para as empresas. O sistema de patentes atual é o resultado de uma evolução prolongada, impulsionada principalmente por fatores econômicos, políticos e sociais, que gradualmente moldaram as leis de proteção intelectual, cujo histórico será apresentado neste capítulo.

Desde a antiga colônia grega de Síbaris, estabelecida em 720 a.C. e destruída em 510 a.C., surgiu um sistema que se assemelha ao sistema de patentes atual. Era um mecanismo de reconhecimento da criatividade dos cozinheiros da cidade, que lhes concedia exclusividade sobre suas novas receitas culinárias por um ano. Isso incentivava a busca por pratos cada vez mais rebuscados (CARVALHO, 2009).

Em 19 de março de 1474, em Veneza, foi estabelecida a primeira norma de patentes conhecida como "Parte veneziana". A norma visava incentivar a criatividade e a invenção de máquinas na cidade. Qualquer pessoa que inventasse uma máquina inovadora e a registrasse poderia ter exclusividade sobre ela por dez anos. Segundo essa norma, aqueles que violassem essa exclusividade seriam penalizados com multas e destruição da máquina copiada. Cabe destacar que o governo também tinha o direito de confiscá-la para o seu próprio uso (MAY, 2002).

Com relação à "Parte veneziana" destaca-se que algumas patentes eram concedidas sem a necessidade de descrever detalhadamente o invento, pois os inventores queriam manter seus segredos. Além disso, houve casos em que as patentes foram concedidas por períodos superiores a dez anos ou até mesmo de forma perpétua. Em alguns casos, as patentes conferiram o direito a uma remuneração pela invenção ou até mesmo o poder de libertar um prisioneiro. É importante destacar que algumas

patentes foram concedidas aos comerciantes que encomendaram as invenções, em vez dos próprios inventores (CARVALHO, 2009).

Colbert fundou a Academia Francesa de Ciências em 1666, que passou a avaliar tecnicamente os pedidos de patente para facilitar a concessão dos privilégios industriais. Entre 1666 e 1699, a Academia emitiu 47 pareceres favoráveis. O objetivo na França era impulsionar a política industrial e a arrecadação fiscal; portanto, foi pioneira na análise técnica de pedidos de patente, utilizando critérios como novidade e utilidade (CARVALHO, 2009).

Antes da Convenção da União de Paris (CUP) em 1883, não existiam acordos multilaterais regulamentando a proteção intelectual entre países. A falta de regulamentação levava à espionagem industrial e à cópia de tecnologias durante feiras internacionais de inventos. A CUP foi o primeiro tratado internacional sobre o assunto, tendo o Brasil como signatário original, com adesão a última revisão conforme Decreto N. 75.572 de 8 de abril de 1975 (BRASIL, 1975). Neste acordo foram estabelecidos três princípios:

- (i) O princípio do tratamento nacional da Convenção da União de Paris (CUP) que estabelece igualdade de tratamento entre nacionais e estrangeiros de países membros no que se refere à proteção da propriedade industrial;
- (ii) O princípio da territorialidade e independência dos direitos, segundo o qual a proteção concedida por uma patente é válida apenas dentro dos limites territoriais do país concedente, e cada país tem autonomia para avaliar os pedidos depositados em seus respectivos órgãos de propriedade intelectual;
- (iii) O princípio da prioridade unionista que permite, dentro de um prazo de 12 meses, ao depositante de um pedido de patente em um país membro da CUP, depositar pedidos correspondentes nos demais países membros, mantendo a data de prioridade do primeiro pedido, evitando assim a perda de novidade.

Este tratado representa um avanço significativo em relação ao sistema anterior, já que a patente concedida em um país, não impede que a tecnologia correspondente seja

explorada livremente em outros países onde a proteção local ainda não tenha validade.

Nos Estados Unidos a legislação de patentes permaneceu inalterada por muitos anos, apesar de inúmeras contestações entre inventores e indústrias e pressões para que o sistema de patentes fosse aperfeiçoado. Neste contexto, dois casos importantes definiram limites cruciais para as patentes e reduziram as discordâncias relativas ao sistema de patentes.

O caso *Railway Co. v. Sayles* (1878) estabeleceu que as patentes de invenções incrementais protegem apenas as melhorias introduzidas, não a tecnologia já existente. O segundo caso, *Atlantic Works v. Brady* (1883), enfatizou que as leis de patentes têm como objetivo recompensar descobertas e invenções substanciais, não concedendo monopólios para dispositivos insignificantes ou ideias óbvias. Essas decisões pacificaram o sistema de patentes nos Estados Unidos e mantiveram a legislação em vigor. No entanto, o sistema de patentes ainda enfrenta questionamentos, pois há casos de concessões sem mérito adequado. É necessário que as invenções sejam reconhecidas como avanços pelos especialistas do campo científico em que estão inseridas (USSELMAN, 2002).

No período posterior à Segunda Guerra Mundial, em meio a criação de planos e instituições para reconstrução dos países destruídos pela guerra, foi criada uma organização internacional denominada BIRPI¹ (*Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Intellectuelle*), responsável pela proteção da propriedade intelectual. O BIRPI foi o precursor da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e realizava conferências de revisão da Convenção da União de Paris (CUP) para discutir emendas e atualizações (WIPO, 2024).

A CUP passou por revisões periódicas em diferentes anos e locais, como em 1900 em Bruxelas, 1911 em Washington, 1925 em Haia, 1934 em Londres, em 1958 em Lisboa e em 1967 em Estocolmo. Além disso, a convenção foi emendada em 1979 através da Convenção de Paris (WIPO, 2024).

¹ Escritórios Internacionais Reunidos para a Proteção da Propriedade Intelectual, em tradução livre.

A partir dos anos 1950, os países em desenvolvimento levantaram críticas sobre a falta de recursos para combater os abusos no sistema de patentes por parte dos países desenvolvidos. No Brasil, grandes empresas farmacêuticas multinacionais exploraram esta simetria de várias maneiras. Isto incluía estabelecer preços altos para medicamentos patenteados, mesmo após a expiração das patentes, evitando a utilização de tecnologias patenteadas e impondo cláusulas abusivas em contratos de licenciamento. Diante desse contexto, o Brasil solicitou à Assembleia Geral das Nações Unidas um estudo sobre o papel das patentes na promoção da transferência de tecnologia para países em desenvolvimento (MENESCAL, 2007).

Embora o Brasil não tenha logrado êxito junto à ONU, os questionamentos influenciaram o sistema internacional de patentes, desdobrando, em 1974, na determinação do papel da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) como agência especializada da ONU, responsável por administrar questões relacionadas à propriedade intelectual. A OMPI promoveu eventos em diversos países em desenvolvimento para disseminar a importância e as vantagens da propriedade intelectual, com o objetivo de atrair novos membros para a União de Paris. Os esforços dessas campanhas, apoiadas pela Associação Internacional para a Proteção da Propriedade Industrial (AIPPI), Câmara de Comércio Internacional (CCI) e OMPI, tiveram um impacto significativo nas normas e políticas nacionais e internacionais (MENESCAL, 2007).

Com a influência dos países desenvolvidos, insatisfeitos com o papel da OMPI, ganhou força o argumento de que as patentes estavam intrinsecamente ligadas à promoção do livre comércio internacional, devido à sua natureza tarifária e comercial. E, por isso, o Acordo GATT², Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio, em português, seria o acordo ideal para buscar o reconhecimento e a padronização dos direitos de propriedade intelectual. A alteração foi implementada, proporcionando aos países desenvolvidos melhores condições de negociação. Posteriormente, após várias rodadas de negociações, foi finalmente estabelecido o texto final do Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (ADPIC)

² General Agreement on Tariffs and Trade - GATT

ou *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS). Com este acordo a Organização Mundial do Comércio (OMC) foi estabelecida em 15 de abril de 1994, em Marrakech, e entrou em vigor em 1º de janeiro de 1995 (GORLIN, 1999).

Segundo Gontijo (1995), é importante ressaltar que o acordo TRIPS contrasta totalmente com os demais acordos estabelecidos no âmbito do GATT. Enquanto os outros acordos visam a liberalização de barreiras, a eliminação de monopólios e a supressão de sistemas de subsídios, seguindo a linha de comércio liberal defendida pelos países industrializados, o acordo TRIPS representa um esforço para impor normas mais rígidas, estabelecer padrões uniformes e consolidar monopólios, especialmente no que diz respeito ao conhecimento humano, que é o recurso econômico mais valioso neste início de milênio. Embora os mercados sejam abertos, ao mesmo tempo, o sistema de produção de novas tecnologias existente é consolidado e fortalecido, concentrando-se principalmente nos países que exigem maior proteção para os titulares de propriedade intelectual (GONTIJO, 1995).

Após o Acordo TRIPS, a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) deixou de ser a única entidade internacional encarregada de questões de propriedade intelectual. A partir de então, a OMPI também propõe tratados adicionais, conhecidos como TRIPS-plus, que buscam estabelecer padrões mais elevados de proteção.

Diversas atualizações no arcabouço jurídico relacionadas à propriedade intelectual têm sido implementadas. Muitas delas influenciadas pelas mudanças no contexto econômico internacional como unificação de mercados internacionais (blocos econômicos), globalização, avanços tecnológicos dentre outras influências. Embora haja diferenças na proteção à propriedade intelectual em diversos países, muitos dos pilares formalizados em 1883, na Convenção da União de Paris, permanecem presentes.

Percebe-se que ainda hoje, em muitos países, incluindo o Brasil, há a exigência de exploração do objeto da patente no país emissor. Caso não haja essa exploração, pode-se aplicar uma licença compulsória de acordo com o artigo 68, §1º, I, da Lei 9.279/96, no caso do Brasil. Assim, este resquício das antigas “patentes de

introdução”, para a maior parte das empresas torna-se impraticável. Já que é inviável ter uma filial em cada país onde suas patentes são concedidas. Além disso, se os produtos patenteados fossem produzidos em todos os países que oferecem proteção, não haveria necessidade de importação e exportação, o que não se alinha com o atual cenário do comércio internacional. Todavia, os países que exigem a exploração local de patentes o fazem para impedir o acesso a tecnologias patenteadas, conhecido como "patente de defesa".

Estudos realizados por Levin (1987) e Cohen, Nelson e Walsh (2000) indicam que, em média, a patente não é o principal ativo de Propriedade Intelectual (PI). Nesse sentido, o segredo industrial e a liderança temporal são mais comuns. No entanto, em setores como os farmacêuticos e químicos, as patentes desempenham um papel importante na proteção do retorno sobre produtos tecnológicos.

A utilização da PI por parte de empresas inovadoras depende da relação entre os custos de proteção e os benefícios obtidos com a exclusão de terceiros ou via licenciamento tecnológico. Além disso, as vantagens do uso da PI são comparadas ao uso de métodos estratégicos, como o segredo industrial. A difusão de inovações também não ocorre de forma instantânea, e a adoção de novas tecnologias depende da heterogeneidade entre os agentes, infraestrutura adequada e tempo para aprender a dominar as novas tecnologias (DOSI; FREEMAN; FABIANI, 1994). Existem diferenças na utilização de métodos de apropriação entre as indústrias, sendo que um uso mais difundido está relacionado ao aumento da competitividade das empresas. No entanto, muitas empresas inovadoras no Brasil declaram não utilizar nenhum tipo de proteção, mesmo tendo introduzido novos produtos e, ou, processos e investido em atividades tecnológicas e inovadoras (BUAINAIN; SOUZA, 2019).

De acordo com o estudo do IBGE, PINTEC 2014, a inovação em processos é mais comum do que a inovação de produtos nas empresas inovadoras no Brasil. Além disso, o segredo industrial é a principal forma de proteção adotada por aproximadamente 11% dessas empresas, seguindo uma tendência observada em pesquisas anteriores.

Apesar de alguns autores sugerirem a existências de outros mecanismos mais eficientes para proteção de Propriedade Intelectual (PI) que o registro de patentes, como por exemplo, o segredo industrial, o número de solicitações de patentes no mundo continua a crescer. Para compreender esse cenário, foram identificados outros motivos pelos quais as empresas buscam esses registros (ARUNDEL e PATEL, 2003; BLINDET et al, 2006). Segundo estes autores, as empresas podem registrar patentes para proteger suas tecnologias de imitações, bloquear o desenvolvimento de produtos concorrentes, evitar processos judiciais de concorrentes que possam copiar sua tecnologia e patenteá-la, aumentar seu poder de barganha em negociações e melhorar o acesso a mercados de capitais, mesmo sem a intenção de comercializar as tecnologias.

Durante cerca de dois séculos, os requisitos de patenteabilidade foram estabelecidos em leis, decisões judiciais e teorias jurídicas. Ao longo desse período, foram estabelecidos os três principais requisitos para a concessão de uma patente: novidade, inventividade e aplicação industrial (BARBOSA, 2019).

Com relação à situação do Brasil no que concerne o sistema de inovação, propriedade intelectual e arcabouço legal, convém mencionar que a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) estabelece a proteção das criações intelectuais como um direito fundamental, sendo que “a lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País” (art.5º, inc. XXIX, CF/88).

Ao longo dos anos o Estado brasileiro tem se empenhado em fortalecer o processo de inovação no Brasil, buscando uma maior interação entre os setores público e privado com o desenvolvendo de instrumentos legais para estimular a transferência de tecnologia. Alguns dos principais esforços nesse sentido foram: (i) a criação dos fundos setoriais de Ciência e Tecnologia em 1999; (ii) a promulgação da Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) em 2004; (iii) o fortalecimento dos incentivos fiscais por meio da Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005); (iv) o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2004; (v) a criação da Política de

Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008; (vi) a implementação do Plano Brasil Maior (PBM) em 2011; (vii) diversos programas de apoio a empresas promovidos pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); e (viii) a aprovação do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação em 2016 (MORAIS, 2008).

A lei de inovação de 2004 foi criada para simplificar as complexidades contratuais que dificultavam a transferência de conhecimento entre os setores público e privado. No entanto, ficou evidente que reformulações eram necessárias, uma vez que as dificuldades e entraves persistiam, impedindo que a lei alcançasse os resultados esperados. Diante desse cenário, o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação foi estabelecido em 2016, através Lei 13.243/2016, com sua sanção ocorrendo em 2018, através do Decreto nº 9.283 de 7 de fevereiro de 2018. O objetivo dessa lei era desburocratizar as parcerias público-privadas e proporcionar um arcabouço legal eficiente para impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. O marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação promove alterações na redação da Lei 10.973, também conhecida como lei da inovação de 2004 (BRASIL, 2004).

As principais instituições envolvidas na implementação do Marco Legal da CT&I são as instituições científicas e tecnológicas (ICTs) públicas e privadas, agências de fomento, empresas privadas, fundações de apoio, núcleos de inovação tecnológica e parques tecnológicos.

O Marco Legal foi estabelecido com as seguintes prioridades: i) incentivar a cooperação e integração entre empresas privadas e o setor público; ii) simplificar processos administrativos e de gestão; iii) descentralizar o fomento ao desenvolvimento de setores de ciência, tecnologia e inovação; e iv) fornecer segurança jurídica para instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e empresas (FRANTZ, 2016).

A concepção das instituições científicas e tecnológicas (ICTs) teve origem no Vale do Silício em 1937, quando a Universidade de Stanford estabeleceu o Stanford Research Park como um parque tecnológico voltado para a transferência de tecnologia para empresas. Esse modelo se espalhou pelos Estados Unidos e posteriormente para a

Europa, resultando na criação de diversas incubadoras de empresas (WOLFFENBÜTTEL, 2001).

As ICTs desempenham um papel fundamental na minimização de conflitos relacionados aos processos de inovação, incentivando a interação e o fluxo de conhecimento entre universidades, empresas e governo. Elas são entidades responsáveis por atividades de pesquisa científica e tecnológica, bem como pela facilitação da transferência de conhecimento e apoio ao surgimento e desenvolvimento de empresas. As ICTs englobam uma variedade de formas, como incubadoras, cidades inovadoras, núcleos de inovação tecnológica, redes de inovação, plataformas tecnológicas e parques tecnológicos (BRESCHI; MALERBA, 1997; CASSIOLATO; SZAPIRO, 2015).

A principal ferramenta utilizada no presente estudo para proteção da propriedade intelectual (PI) é a patente, um documento concedido pelo Estado ao titular para garantir a exclusividade na exploração de uma tecnologia. O pedido de patente é depositado no órgão responsável pela proteção da propriedade intelectual e, se atender aos critérios de patenteabilidade, o Estado concede ao depositante o título de propriedade da invenção, a Carta Patente.

No Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pela concessão de títulos de propriedade industrial, incluindo as patentes. Os direitos de propriedade industrial são regulados pela Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, conhecida como Lei da Propriedade Industrial (LPI), a qual estabelece os direitos e obrigações relacionados à propriedade industrial, levando em consideração o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país, por meio de:

- I. Concessão de patentes de invenção e modelo de utilidade;
- II. Concessão de registro de desenho industrial;
- III. Concessão de registro de marcas
- IV. Repressão às falsas indicações geográficas; e

V. Repressão à concorrência desleal. (Art. 2 da LPI):

Para obter uma Carta Patente, é necessário apresentar um pedido de patente de invenção ou modelo de utilidade. De acordo com a legislação, a patente pode ser solicitada pelo próprio inventor, pelos herdeiros e sucessores, pelo cessionário ou por aqueles determinados pela lei, contrato de trabalho ou contrato de prestação de serviços como titulares (Art. 6 da Lei nº 9.279, 1996). Após ser aceito pelo INPI, o pedido de patente é protocolado e recebe uma data de depósito e um número de pedido.

Segundo a Lei da Propriedade Industrial, o pedido de patente depositado no Brasil deve conter um requerimento, um relatório descritivo, reivindicações, desenhos (se aplicável) e um resumo. Para que um pedido de patente se torne efetivamente uma patente, é necessário que ele cumpra os critérios de patenteabilidade estabelecidos pela Lei da Propriedade Industrial. Esses critérios incluem a novidade, atividade inventiva e aplicação industrial, como definidos nos artigos correspondentes da lei.

De acordo com o artigo 11 da LPI, uma invenção ou modelo de utilidade é considerado novo quando não está compreendido no estado da técnica:

Art. 11. A invenção e o modelo de utilidade são considerados novos quando não compreendidos no estado da técnica.

§ 1º O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior, ressalvado o disposto nos arts. 12, 16 e 17.

§ 2º Para fins de aferição da novidade, o conteúdo completo de pedido depositado no Brasil, e ainda não publicado, será considerado estado da técnica a partir da data de depósito, ou da prioridade reivindicada, desde que venha a ser publicado, mesmo que subsequentemente.

§ 3º O disposto no parágrafo anterior será aplicado ao pedido internacional de patente depositado segundo tratado ou convenção em vigor no Brasil, desde que haja processamento nacional.

Isso significa que segredos industriais podem ser objeto de um pedido de patente futuro, pois não fazem parte do conhecimento público. Na maioria dos países, incluindo o Brasil, adota-se o princípio da novidade absoluta, o que significa que

qualquer documento público obtido em qualquer lugar do mundo pode ser utilizado para verificar a novidade de um pedido de patente (Lei nº 7279, 1996).

De acordo com a *World Intellectual Property Organization* (WIPO), 80% das informações tecnológicas circulam apenas em documentos de patentes, não estando disponíveis em outras formas de publicação. Isso demonstra que as patentes são uma fonte essencial para os cientistas, tecnólogos e especialistas em informação, pois contêm dados valiosos sobre tecnologias.

Uma mesma patente também pode ser depositada em vários escritórios de patentes, dependendo dos países em que se deseja protegê-la. As patentes são encontradas em diversos bancos de dados de acesso gratuito, como os escritórios de patentes dos Estados Unidos (USPTO), Europa (EPO), Japão (JPO), China (SIPO) e Brasil (INPI).

Apesar do período de sigilo de 18 meses, após o pedido de patente junto ao INPI, as informações contidas nos pedidos publicados ainda podem ser consideradas recentes em comparação com o estado atual da técnica. Além disso, as patentes não têm restrições de tamanho de texto ou número de páginas, o que permite ao autor ser detalhista nas informações de suas invenções.

O relatório descritivo de uma patente deve ser claro e conter informações suficientes para que um técnico na área consiga reproduzir a invenção. Caso contrário, o pedido pode ser rejeitado de acordo com a Lei da Propriedade Industrial.

O uso das informações disponibilizadas pelas patentes permite investigar uma determinada tecnologia, evitando investimentos em países onde ela já é utilizada pela indústria local. Também é possível analisar em quais países uma tecnologia está protegida por patentes. Além disso, é possível acompanhar os avanços de uma tecnologia específica (mapeamento tecnológico) e obter o perfil tecnológico de uma empresa com base em seus depósitos de patentes.

Ressalta-se que no capítulo seguinte será abordado a interligação do conceito de propriedade intelectual com o setor elétrico brasileiro, sobretudo com o programa de pesquisa, desenvolvimento e inovação regulado pela ANEEL.

4. PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

A eletricidade teve um impacto significativo no progresso da humanidade, impulsionando avanços nas áreas de comunicação, iluminação, transporte e indústrias em geral. Um marco importante nesse desenvolvimento ocorreu na década de 1890, conhecido como a "Guerra das Correntes", uma disputa tecnológica entre os renomados inventores Thomas Edison, George Westinghouse e Nikola Tesla. O objetivo dessa guerra era estabelecer um padrão para o uso da corrente alternada ou corrente contínua na geração e transmissão de energia elétrica. Nesta época o uso de patentes já estava consolidado nos Estados Unidos e o reconhecimento do valor delas como propriedade já era amplamente adotado. Thomas Edison se destacou nesse contexto, acumulando mais de mil patentes registradas em seu nome (1093) (DYER, 2006).

Neste capítulo, será analisada a propriedade intelectual no Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Sua formação teve início em 1883, quando foi inaugurado o sistema de iluminação pública em Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro, pelo imperador Dom Pedro II. Outro marco importante do setor ocorreu em 1889, com a construção da usina de Marmelos Zero, em Juiz de Fora, Minas Gerais, pelo industrial Bernardo Mascarenhas. Essa usina foi pioneira na geração hidráulica de energia elétrica na América Latina, fornecendo energia para iluminação pública e privada, com uma capacidade instalada de 250 KW (CEMIG, 2006).

Até meados da década de 1940, a produção de energia elétrica era predominantemente realizada por empresas privadas, abastecendo áreas de pequeno porte. Nessa época, duas grandes empresas estrangeiras, a AMFORP e a Light, dominavam cerca de 81% da produção e comercialização de energia elétrica na região sudeste do Brasil (PAIVA *et al.*, 2017). No entanto, a demanda por energia já excedia a capacidade dessas empresas. Diante desse cenário, houve um apelo para a intervenção do Estado a fim de resolver o problema da escassez de energia. A intervenção estatal começou durante o governo de Getúlio Vargas, com a aprovação do Código de Águas e investimentos diretos. Apesar dos investimentos estatais, até a

década de 1970, o controle da distribuição de energia elétrica nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os principais centros industriais do país, permanecia nas mãos do capital internacional. O Código de Águas, criado em 1930 e regulamentado em 1957, foi um instrumento importante para ampliar o controle estatal sobre a indústria hidrelétrica, incorporando as águas e as quedas d'água existentes no país ao patrimônio da União (WALVIS; GOLÇALVEZ, 2014).

Em 1965, o Estado estabeleceu o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE) como a primeira agência reguladora do setor elétrico. Até a década de 1990, o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) seguiu um modelo centralizado e hierarquizado, com o Estado responsável pelos investimentos necessários para atender à crescente demanda de energia elétrica. Essa estrutura era composta pela geração, transmissão e distribuição de energia. Na década de 1990, ocorreu o processo de privatização das empresas estatais do setor (TOLMASQUIM, 2011).

A partir de 2004, o setor elétrico brasileiro passou por uma reorganização institucional por meio das leis nº 10.847/2004 e 10.848/2004. O Ministério de Minas e Energia (MME), assessorado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e pelo Congresso Nacional, desempenhou um papel importante nesse processo. Novas entidades foram criadas, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), responsável pelos estudos de planejamento da expansão do sistema elétrico, e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), responsável pela negociação de energia no mercado livre. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi mantida como a agência reguladora, enquanto o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ficou encarregado da coordenação e supervisão da operação centralizada do sistema interligado brasileiro. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), vinculado ao MME, assumiu a responsabilidade de acompanhar e avaliar continuamente a segurança e a continuidade do fornecimento de energia em todo o país.

Anteriormente, o setor elétrico funcionava de forma verticalizada, com uma única empresa controlando todo o ciclo de produção, desde a geração até a distribuição da energia. No entanto, as mudanças estruturais no setor permitiram a introdução dos produtores independentes, conforme estabelecido pela Lei nº 9074/1995 durante o

governo FHC. Os produtores independentes são empresas ou consórcios que recebem concessão ou autorização do estado para gerar energia elétrica destinada ao comércio, suprindo parte da demanda não atendida pelo Sistema Interligado Nacional. Essa figura promove a competitividade no setor, incentivando as empresas de geração de energia a investirem em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. Atualmente, o Brasil é o sétimo país com maior capacidade instalada de geração de energia, com potência total de 2356 GW. Na geração de energia de usinas hidrelétricas, o Brasil é o segundo maior do mundo com 377 TWh, atrás apenas da China, a qual possui 1263 TWh (EPE, 2023).

Na Figura 7 é apresentada a distribuição da capacidade de geração de energia elétrica instalada no Brasil.

Figura 7. Capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil



Fonte: EPE (2023)

A CEMIG é maior Distribuidora de Energia Elétrica do Brasil, sendo responsável pelo fornecimento de energia de 11% do país, abrangendo mais de 9 milhões de unidades consumidoras. Abaixo segue a Tabela 1 com as 10 maiores distribuidoras de energia elétrica que atuam no Brasil (EPE, 2023).

Tabela 1. 10 maiores distribuidoras de Energia Elétrica atuantes no Brasil

Posição	Distribuidora	Consumo (GWh)	Brasil (% consumo)	Número de Clientes
1	CEMIG	56,965	11,2	9.051.222
2	ENEL-SP (antiga Eletropaulo)	41,198	8,1	7.744.351
3	CPFL PAULISTA	33,005	6,5	6.483.282
4	COPELDISTRIB	32,519	6,4	5.014.193
5	CELESC	27,970	5,5	4.766.257
6	LIGHT	23,576	4,6	4.396.339
7	Neenergia (antiga COELBA)	21,374	4,2	4.125.881
8	RGE - Rio Grande Energia	19,573	3,8	3.946.579
9	ELEKTRO	18,670	3,7	3.318.172
10	BANDEIRANTE	15,748	3,1	3.293.382

Fonte: EPE (2023)

Apesar de constituir a maior parte do setor elétrico brasileiro, as empresas privadas não se destacaram nos investimentos em inovação, refletindo uma tendência observada em outros setores da indústria nacional. Segundo estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada conduzido por Rauen *et al.* (2017), embora o governo federal tenha concedido isenções fiscais para estimular investimentos em PD&I, os resultados ainda não atingiram as expectativas. As empresas privadas não aumentaram substancialmente seus investimentos em inovação, sugerindo uma dependência excessiva de recursos públicos. Assim, destaca-se a importância de equilibrar os instrumentos utilizados pelo governo para financiar atividades inovadoras

do setor privado de maneira que os investimentos resultem em inovação efetiva (PIERRO, 2018).

Para melhor compreender os incentivos públicos para a inovação no setor elétrico brasileiro, no próximo tópico será detalhado o programa de PD&I da ANEEL.

4.1. Programa de Pesquisa de Desenvolvimento e Inovação da ANEEL

Com o objetivo de promover a inovação e reduzir a dependência tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro (SEB), foi estabelecido o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, por meio das leis nº 9.991/2000, 10.438/2002 e 10.848/2004. Esse programa determina que as empresas concessionárias e os produtores independentes devem destinar anualmente uma porcentagem mínima de sua receita operacional líquida para projetos de PD&I, conforme regulamentado pela ANEEL.

O foco desses projetos é a inovação e a busca de soluções para os desafios tecnológicos do mercado de energia elétrica, visando gerar novos conhecimentos e/ou aplicar de forma inovadora os conhecimentos existentes, além de investigar novas aplicações. Essas pesquisas ampliadas contribuem para o aprimoramento e o desenvolvimento de novos produtos, processos e sistemas. Além disso, o conhecimento adquirido nessas pesquisas pode levar ao depósito de patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) (ANEEL, 2006).

Antes de 2008 a ANEEL era responsável por aprovar os projetos de PD&I antes de sua implementação. Os projetos eram submetidos pelas empresas anualmente, e avaliados pela ANEEL com base em critérios como resultados, qualidade da proposta e qualificação da equipe executora (ANEEL, 2008). Após a conclusão dos projetos, a ANEEL realizava a fiscalização, verificando a prestação de contas e o alcance dos resultados tecnológicos. Eventualmente, em casos problemáticos, a agência poderia rejeitar o projeto ou aplicar multas às concessionárias. Vale ressaltar que o programa permitia o uso dos recursos em projetos de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental.

A partir de 2008, a Resolução Normativa nº 316/2008 substituiu a Resolução nº 219/2006, alterando o momento da avaliação dos projetos para após a conclusão dos mesmos. Isso resultou em um significativo aumento no valor médio dos projetos, passando de cerca de R\$ 500 mil em 2007 para aproximadamente R\$ 2 milhões em 2008 e ultrapassando os R\$ 8 milhões em 2016. Essa mudança dividiu o projeto de PD&I em duas fases distintas: a primeira de 1998 a 2007 e a segunda a partir de 2008 (ANEEL, 2018).

Nas Tabelas 2 e 3 são mostrados os percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida (ROL), conforme estabelecido na Lei nº. 9.991/2000, a serem investidos em Programas de Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e Programa de Eficiência Energética (EE) e as porcentagens a serem recolhidas para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), Ministério de Minas e Energia (MME), Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

O Programa de Eficiência Energética (PEE) visa promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, através de projetos que demonstram a importância e a viabilidade econômica da melhoria da eficiência energética em equipamentos, processos e usos finais de energia. Seus principais objetivos são: promoção de tecnologias eficientes estimulando a redução do consumo de energia; conscientização e educação sobre o uso racional da energia tornando o consumo mais sustentável. Esses projetos podem incluir ações como substituição de equipamentos ineficientes, melhorias em processos industriais, modernização de sistemas de iluminação pública, entre outros (Aneel, 2008).

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, é um fundo de natureza contábil e financeira que tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas a promover o desenvolvimento econômico e social do País (Finep, 2024).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. O Procel

atua por meio de campanhas de conscientização, certificação de produtos, apoio a projetos de eficiência energética e parcerias com diversos setores da economia.

A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) é um fundo do governo brasileiro criado para promover o desenvolvimento do setor elétrico e garantir a modicidade tarifária. Instituída em 2002, a CDE subsidia diversos programas, como incentivos às fontes renováveis de energia, descontos tarifários para consumidores de baixa renda, e a universalização do serviço de energia elétrica.

Tabela 2. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, entre 2023 até 2025, por segmento (D, G e T)

Segmento	de 1º/01/2023 a até 31/12/2025						
	P&D (% da ROL)				EE (% da ROL)		
	P&D/ ANEEL	CDE	FNDCT	MME	PEE/ ANEEL	CDE	Procel
Distribuição	0,21 a 0,3	até 0,09	0,3	0,15	0,14 a 0,2	até 0,06	0,05
Geração	0,28 a 0,4	até 0,12	0,4	0,2		-	
Transmissão	0,28 a 0,4	até 0,12	0,4	0,2		-	

Fonte: ANEEL (2022)

Tabela 3. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência e Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, a partir de 2026, por segmento (D, G e T)

a partir de 1º/01/2026					
Segmento	P&D (% da ROL)			EE (% da ROL)	
	P&D/ ANEEL	FNDCT	MME	PEE/ ANEEL	Procel
Distribuição	0,3	0,3	0,15	0,2	0,05
Geração	0,4	0,4	0,2	-	-
Transmissão	0,4	0,4	0,2	-	-

Fonte: ANEEL (2022)

No contexto do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, além do risco inerente à inovação, é crucial considerar e mitigar o risco regulatório. Isso se deve às possíveis penalidades que as concessionárias podem enfrentar caso não atendam aos requisitos do Programa, como prazos, investimentos mínimos, custos adequados e qualidade dos resultados, conforme estabelecido nos manuais do órgão regulador. Dessa forma, as empresas são obrigadas a alocar anualmente um valor mínimo em projetos de PD&I com mérito técnico-científico e outros resultados esperados pelo órgão regulador; do contrário, podem sofrer descontos nos investimentos ou ser multadas.

No manual de 2008, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) introduziu avanços significativos no modelo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). O Programa passou a abranger investimentos em projetos relacionados à criação de protótipos pioneiros e à sua posterior introdução no mercado. Com as diretrizes estabelecidas em 2008, as empresas não se limitaram ao desenvolvimento experimental; elas também foram autorizadas a produzir e testar protótipos em maior escala, além de promover atividades de marketing para lançar os produtos no

mercado. Além disso, a ANEEL permitiu que as concessionárias transferissem tecnologias para a indústria e gerassem receitas por meio de *royalties* provenientes da comercialização desses produtos. Nesse estágio do Programa, também teve início licenciamentos tecnológicos entre empresas de energia e universidades (proprietárias da tecnologia) e fabricantes/ fornecedores (licenciados).

Um estudo conduzido por Quandt, Junior e Procopiuck (2008) examinou as razões por trás dos investimentos em PD&I no Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Eles enviaram questionários aos gestores de PD&I, mas apenas 20% das empresas do setor responderam. Os resultados destacaram que os investimentos em PD&I são principalmente impulsionados pela obrigação legal, não sendo norteados com o objetivo de criar de novas tecnologias para beneficiar a sociedade ou alcançar vantagens estratégicas para as empresas. Com base nessas descobertas, os autores concluíram que a inovação não é uma prioridade nas estratégias competitivas desse setor.

De acordo com Pfitzner, Salles-Filho e Brittes (2015), as empresas do setor de energia elétrica estão aumentando seus esforços em atividades de PD&I - Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, refletindo uma trajetória cada vez mais tecnológica. No entanto, os autores destacam que, com base em indicadores organizacionais e setoriais, os esforços de inovação tecnológica ainda não eram suficientes para a criação de um robusto Sistema Setorial de Inovação (SSI). Uma das razões para os investimentos em PD&I é a oportunidade de obter royalties por meio da comercialização das tecnologias desenvolvidas, vinculadas ao programa de PD&I da ANEEL.

Em 2013 foi realizado um estudo de caso da CEMIG, com o objetivo de compreender o programa de PD&I da empresa e identificar os mecanismos de coordenação e controle dos projetos (DENDENA *et al.*, 2013).

Este estudo, realizado por Dendena *et al.* (2013), revelou que na época não havia um padrão definido nos projetos da empresa analisados. Houve interação entre a CEMIG e empresas ou instituições parceiras, mas em alguns casos, a parceria era baseada apenas em um acordo informal de confiança, sem um contrato formal. Segundo os

autores, essa informalidade foi um dos fatores que impediu a realização dos objetivos do projeto de PD&I. Além disso, esses autores concluíram que a proteção da propriedade intelectual não era uma preocupação dos gerentes de projeto, como evidenciado pela falta de solicitação de patentes.

No estudo realizado por Carvalho, Santos e Barreto Neto (2014), foi investigada a melhoria do programa de PD&I da ANEEL por meio de entrevistas com gestores da Companhia Energética de Brasília - CEB. O estudo identificou quatro práticas comuns na gestão de PD&I, adotadas por muitas empresas do setor elétrico, mas que são insuficientes para garantir uma eficiência operacional imediata no sistema de distribuição. Essas práticas incluem (i) o estímulo a projetos de PD&I por parceiros externos; (ii) a aprovação e envio dos projetos à ANEEL; (iii) o acompanhamento individual da execução dos projetos externos; e (iv) a busca de transferência de tecnologia resultante dos projetos dentro das empresas. Este artigo também destaca a falta de uma cultura de inovação entre os gestores de projetos como diagnóstico relevante.

Questões contratuais e falta de experiência na condução de atividades e projetos de PD&I podem levar as empresas a adotarem abordagens que não favorecem a otimização e o alinhamento com os objetivos estratégicos do setor elétrico (CARVALHO; SANTOS; BARRETO NETO, 2014). Entre os desafios identificados destaca-se o baixo envolvimento dos diretores e gestores nas atividades de PD&I, que muitas vezes priorizam a conformidade com as regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos. Os autores apontam um grande potencial de melhoria do programa se as empresas adotarem sistemas de gerenciamento de PD&I voltados para a geração e difusão de inovações.

De acordo com Andersen e Rossi (2008), há um aumento no interesse das empresas e até mesmo do setor público em relação ao uso de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI). Esses direitos são mais comuns em economias maduras e visam proteger os bens intelectuais gerados. As formas de proteção incluem patentes, direitos autorais, marcas registradas e segredos industriais. O controle exercido pelos DPIs, especialmente patentes e direitos autorais, é importante, pois impede terceiros de agir em relação ao objeto protegido, sendo necessária uma permissão (licença) do

proprietário para uso (produção ou comercialização). O aumento da utilização dos DPIs tem se mostrado benéfico, resultando no aumento do capital intelectual. Várias iniciativas foram criadas para promover o desenvolvimento dos DPIs, como acordos internacionais (TRIPS) e novas formas de proteção. No entanto, o referido artigo destaca que a construção dos DPIs tem sido baseada em decisões políticas, sem uma pesquisa sólida que leve em consideração os efeitos sociais e econômicos desse sistema. Na prática, não se pode presumir que os inventores estejam interessados em gerar benefícios para a sociedade ou promover o bem-estar coletivo.

Com relação ao setor elétrico, é fundamental destacar que já em 2012, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) identificou diversos desafios que impediam o bom desenvolvimento do Programa de PD&I ANEEL, tais como: baixo engajamento dos agentes nas atividades de PD&I; necessidade de alinhamento dos projetos às estratégias das empresas; falta de rigor na definição de PD&I no programa; ausência de divulgação das melhores práticas de gestão de projetos; poucos incentivos para contratar pesquisadores e criar empresas para comercializar os produtos desenvolvidos; incapacidade do Programa atender totalmente às expectativas, resultando em projetos não concluídos ou não implementados (POMPERMAYER, 2011).

Em 2017, a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL solicitou ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) um estudo sobre tecnologia e inovação no setor elétrico. O objetivo era mapear as necessidades tecnológicas para atender à demanda nacional por energia até 2050. O estudo revelou que a cadeia de inovação no Setor Elétrico Brasileiro (SEB) ainda não estava totalmente eficaz, pois a maioria dos projetos de PD&I regulados pela ANEEL termina como pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Por exemplo, apenas uma pequena porcentagem de projetos, menos de 9% dos 818 realizados entre 2008 e 2016, relacionados à energia solar fotovoltaica e geração hidroelétrica, alcançaram o estágio de inovação e implementação prática (CGEE, 2017).

Segundo o relatório de fiscalização do Tribunal de Contas da União (TCU) (BRASIL, 2021), identificado como Relatório de Auditoria TC 036.882/2020-8 da Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura de Energia Elétrica (SeinfraElétrica), o Programa de

PD&I coordenado pela ANEEL enfrentava problemas como deficiência de gestão, falta de transparência, ausência de indicadores para medir os resultados, inadimplência das empresas na aplicação dos recursos, falhas nos controles internos e projetos não alinhados aos objetivos do Programa, em conformidade com a Lei nº 9.991/2000. Diante disso, o TCU fez recomendações à ANEEL no referido relatório para melhoria da transparência, indicadores de desempenho e fiscalização.

No intuito de sanar as deficiências apontadas pelo IPEA, TCU e diversos atores do setor elétrico brasileiro, a ANEEL optou por realizar alterações na política pública de inovação tecnológica do setor elétrico, conforme definido na Resolução Normativa ANEEL nº 1.045, datada de 04 de outubro de 2022. Com as novas diretrizes e procedimentos do Programa espera-se maior colaboração entre atores públicos e privados visando alcançar metas específicas de pesquisa e inovação, conforme determinado pela Lei nº 13.243/2016, conhecida como Lei da Inovação.

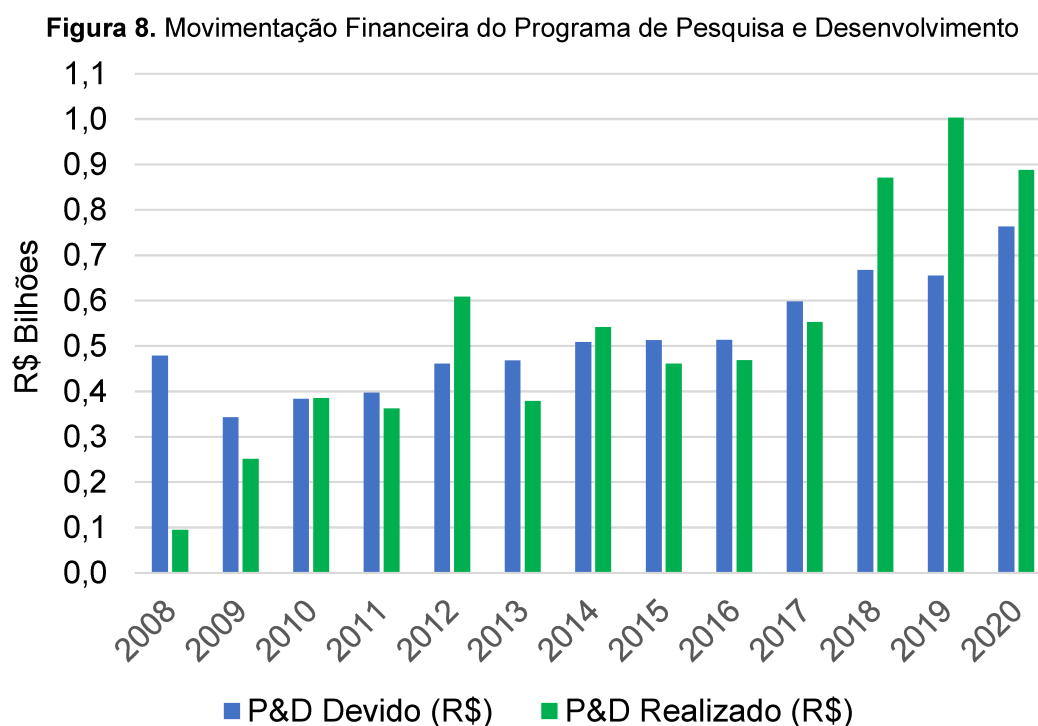
A ANEEL oferece um relatório interativo que apresenta informações sobre os projetos e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (PD&I) realizados ao longo de 13 anos (2008 a 2024). Os dados revelam que uma parte significativa dos recursos disponibilizados nesse período não foi investida no desenvolvimento de novas tecnologias para o sistema elétrico. Durante esses 13 anos, houve sete anos em que os investimentos realizados foram inferiores aos valores disponibilizados (PD&I devido), como indicados na Tabela 4 e representados graficamente na Figura 8.

Tabela 4. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento

Ano	PD&I Devido (R\$)	PD&I Realizado (R\$)	%
2008	478.833.479,47	94.866.456,68	19,81%
2009	343.150.086,43	251.232.463,81	73,21%
2010	383.576.196,46	385.299.118,66	100,44%
2011	397.168.988,53	362.413.460,96	91,25%
2012	461.452.564,02	608.508.349,01	131,86%
2013	468.553.616,13	378.832.495,27	80,85%
2014	508.844.851,19	541.915.161,34	106,50%
2015	513.020.832,35	461.233.344,21	89,85%

2016	513.310.248,65	468.867.565,88	91,34%
2017	598.426.979,86	553.384.387,67	92,47%
2018	666.980.422,63	870.999.626,59	130,59%
2019	655.410.160,18	1.003.186.662,57	150,41%
2020	763.075.040,30	888.448.894,92	116,43%

Fonte: ANEEL (2022)



Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2022)

Segundo a ANEEL (2020), o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PD&I) teve um orçamento médio de 550 milhões de reais por ano nos primeiros vinte anos, envolvendo cerca de 300 agentes, como empresas reguladas, universidades, centros de pesquisa, consultorias e prestadores de serviço. Entre 2000 e 2020, foram investidos 7,62 bilhões de reais, com 6.061 projetos apresentados e 4.247 aprovados, resultando em 325 registros de patentes no INPI.

Além disso, mais de 1.200 pesquisadores envolvidos receberam títulos de pós-graduação, mais de 3.000 artigos técnicos foram publicados e houve melhorias em laboratórios e centros de pesquisa no Brasil. Quanto ao programa de eficiência energética, foram concluídos 4.850 projetos, com um investimento total de 5,9 bilhões

de reais e um investimento médio anual de aproximadamente 550 milhões de reais (ANEEL, 2020).

Apesar dos altos investimentos, dos avanços quantitativos na produção científica e da capacitação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) considera esses resultados como modestos (ANEEL, 2020). A baixa efetividade da transformação desses avanços em inovação aplicada ao setor, levou a ANEEL a propor um Novo modelo de PD&I.

O novo programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), publicado em 2023, enfatiza a inovação. As empresas do setor devem destinar pelo menos 50% dos recursos de PD&I para desenvolver e implementar soluções voltadas para o mercado com tecnologia comprovada em ambiente real. Os Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PROPD&I) são um guia de procedimentos dirigidos notadamente às empresas do setor elétrico reguladas pela ANEEL com obrigatoriedade de atendimento à Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000 (ANEEL, 2022).

Complementando o PROPD&I, a ANEEL publica periodicamente o Plano Estratégico Quinquenal (PEQuI), um instrumento do planejamento de médio e longo prazo da ANEEL, que inclui objetivos estratégicos, metas e indicadores para o PD&I ANEEL. O PEQuI define o papel, valores e objetivos a serem alcançados no quinquênio, além de monitorar e avaliar a execução dos portfólios das empresas do SEB para alcançar resultados. Assim, a cada cinco anos a ANEEL atualiza o PEQuI, mantendo o PROPD&I. As Diretrizes do PD&I ANEEL são:

- A inovação como propulsora permanente da evolução do Setor Elétrico Brasileiro;
- A inovação como indutor do desenvolvimento sustentável nacional;
- A inovação voltada para a liderança tecnológica na transição energética;

- A cultura da inovação como indutora de novas competências técnicas no país;
- A inovação como instrumento de inserção de soluções no mercado; e
- A inovação como instrumento de política pública e regulação.

Esta evolução explicita que há uma mudança em curso no cenário nacional no que concerne ao programa de PD&I da ANEEL, com ênfase na busca de resultados mais palpáveis, considerando-se os vultuosos recursos alocados para a inovação do setor.

4.1.1. Nível de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão em TRL

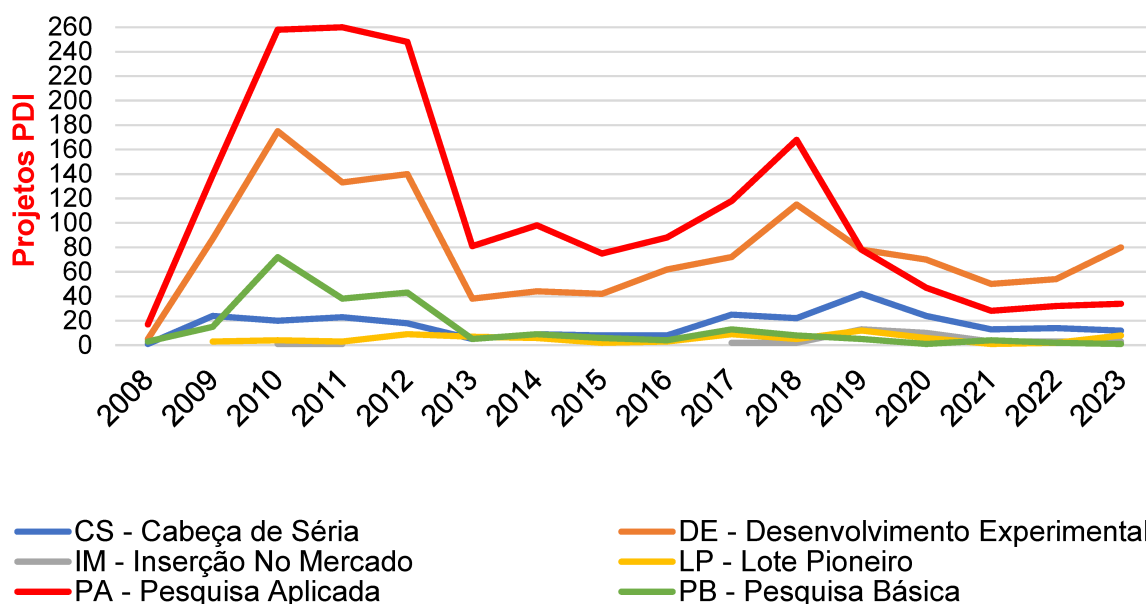
O resultado de um projeto varia conforme sua natureza, fase e características específicas. Até 2023, a ANEEL usava as seguintes características para descrever a maturidade do projeto PD&I (ANEEL, 2018):

- **Pesquisa Básica Dirigida (PB):** Resulta em novos materiais, estruturas, modelos ou algoritmos ao buscar conhecimento sobre novos fenômenos para desenvolver produtos inovadores.
- **Pesquisa Aplicada (PA):** Gera metodologias, técnicas, protótipos de equipamentos, modelos digitais ou de processos ao aplicar conhecimento adquirido para desenvolver ou aprimorar produtos e processos.
- **Desenvolvimento Experimental (DE):** Produz softwares, serviços novos ou aperfeiçoados, projetos piloto, protótipos para testes e demonstrações ao comprovar a viabilidade técnica de novos produtos ou a melhoria do que já existe.
- **Cabeça de Série (CS), Lote Pioneiro (LP) e Inserção no Mercado (IM):** Focam no aprimoramento do produto visando à produção industrial e/ou comercialização. CS melhora protótipos anteriores, LP produz em escala piloto

e IM busca difundir os resultados com estudos mercadológicos, patentes e serviços de transferência de tecnologia.

Na Figura 9 vemos a evolução dos projetos PD&I da ANEEL conforme o nível de maturidade. Percebe-se que os níveis mais maduros tecnologicamente, como o Lote Pioneiro e Inserção de mercado historicamente representam uma parte ínfima dos projetos de PD&I da ANEEL. O que corrobora com as críticas de que o Programa necessita de mudanças para que o PD&I alcancem resultados aplicáveis ao mercado e, assim, gere benefícios econômicos e sociais.

Figura 9. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação



Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2023)

Na Tabela 5 são apresentados em números os dados de projetos de PD&I da ANEEL. Percebe-se muitas variações na quantidade de projetos em todas as fases de maturidade e no número total de projetos por ano. Isso revela que historicamente o PD&I sofreu muitas variações. E por isso, conforme já citado, foi criticado pelo Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e órgãos como TCU e IPEA por falta de previsibilidade e transparência. O que gera insegurança nos atores deste ecossistema.

Tabela 5. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação

Fase do projeto na Cadeia de Inovação	Cabeça de Série	Desenvolvimento Experimental	Inserção no Mercado	Lote Pioneiro	Pesquisa Aplicada	Pesquisa Básica	Total Geral
2008	1	5			17	3	26
2009	24	87		3	139	15	268
2010	20	175	1	4	258	72	530
2011	23	133	1	3	260	38	458
2012	18	140		9	248	43	458
2013	5	38		7	81	5	136
2014	9	44		6	98	9	166
2015	8	42	1	2	75	6	134
2016	8	62		3	88	4	165
2017	25	72	2	9	118	13	239
2018	22	115	2	5	168	8	320
2019	42	78	13	12	78	5	228
2020	24	70	10	6	47	1	158
2021	13	50	3	1	28	4	99
2022	14	54	3	2	32	2	107
2023	12	80	3	8	34	1	138

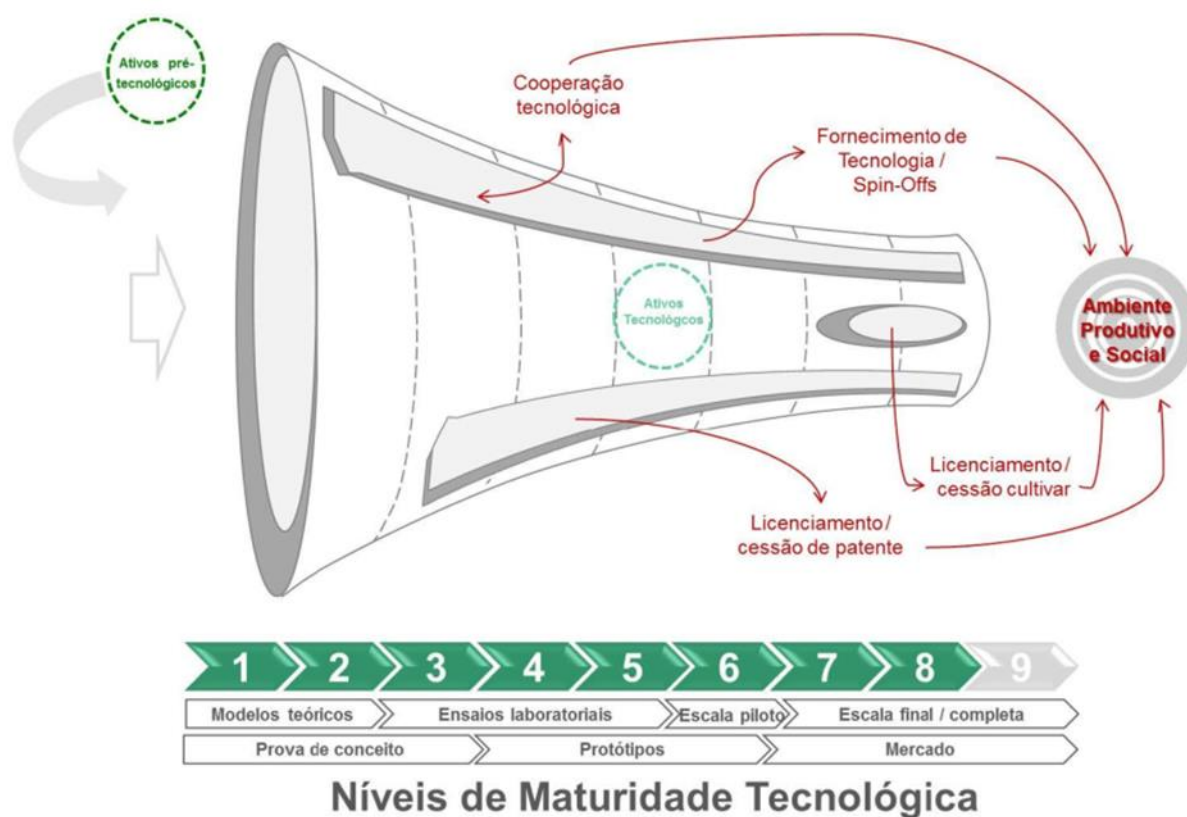
Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2023)

A partir de 2023, a ANEEL adotou uma nova métrica para o nível de maturidade tecnológica, a Technology Readiness Level (TRL), também conhecida como Nível de Maturidade Tecnológica (NMT). Essa metodologia visa avaliar a prontidão tecnológica de projetos de pesquisa específicos. O termo “maturidade tecnológica” foi cunhado na década de 1950. O conceito de TRL evoluiu durante as décadas de 1970 e 1980 até ser aprimorado pela Agência de Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos (NASA).

A escala da metodologia TRL varia de TRL 1, quando a tecnologia está sendo descoberta, até TRL 9, quando a tecnologia está pronta para entrar no mercado. O Objetivo Estratégico 6 (OE6) do novo programa de PD&I da ANEEL, visa garantir que

pelo menos 50% dos recursos sejam investidos em projetos com TRL maior que 6. Ou seja, que haja avaliação da tecnologia próximo do real em ambiente operacional, ou num sistema real, e que a tecnologia tenha demonstrado a validação das condições especificadas. A progressão dos níveis de TRL nem sempre segue uma trajetória linear. Frequentemente, essa evolução se assemelha a um funil de inovação aberta, conforme ilustrado na Figura 10. Durante o desenvolvimento de uma tecnologia, novas oportunidades são identificadas e incorporadas, resultando na geração de novas tecnologias, porém em estágios de maturidade inferiores.

Figura 10. Modelo conceitual de inovação aberta e sua relação com a escala TRL



Fonte: EMBRAPA (2017)

Segundo ANEEL (2022a), os níveis de TRL podem ser descritos como se segue:

- **TRL 1:** Ideias promissoras sobre a tecnologia surgem a partir do conhecimento atual e inovação, como em perspectivas futuras e partes de documentos técnicos e de patentes.

- **TRL 2:** Geralmente, ocorrem mapeamentos de big data com palavras-chave relacionadas à tecnologia, sendo citada em resumos de eventos como congressos e *hackathons*.
- **TRL 3:** Publicações de artigos em revistas indexadas sobre a tecnologia são comuns nesse estágio.
- **TRL 4:** Neste ponto, são registradas patentes de invenção ligadas à tecnologia, muitas delas conhecidas como "patentes acadêmicas" de instituições de ensino e pesquisa.
- **TRL 5:** Licenciamentos e depósitos de patentes por empresas, incluindo aquelas em colaboração com instituições acadêmicas, são frequentes. Muitas patentes buscam proteção internacional através do *Patent Cooperation Treaty* (PCT) visando a exportação.
- **TRL 6:** Patentes de modelo de utilidade são comuns, e informações adicionais podem ser encontradas em relatórios financeiros e sociais de empresas relacionadas à tecnologia.
- **TRL 7:** Avalia-se o potencial de comercialização e a valorização da tecnologia neste estágio.
- **TRL 8:** Estudos de mercado são essenciais, assim como a comparação com tecnologias similares existentes, para estimar o mercado potencial e possíveis impactos.
- **TRL 9:** A tecnologia está pronta para ser comercializada, com foco em aspectos legais e regulatórios.

Entre as vantagens apontadas pela ANEEL (2022a) para o uso da metodologia TRL, destacam-se:

1. **Avaliação da Introdução no Mercado:** A TRL permite avaliar a possibilidade de introdução de uma tecnologia no mercado e o tempo necessário para isso.
2. **Estimativa de Investimentos e Riscos Financeiros:** Ela auxilia na estimativa dos investimentos necessários e dos riscos financeiros associados ao desenvolvimento tecnológico.
3. **Permanência no Mercado:** A metodologia ajuda a avaliar a viabilidade de permanência da tecnologia no mercado.
4. **Identificação da Demanda Tecnológica e Potencial de Desenvolvimento:** Ela também permite definir a demanda tecnológica e o potencial de crescimento.
5. **Medição do Progresso em PD&I:** A TRL é útil para medir o progresso das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) nas empresas de energia elétrica.
6. **Tomada de Decisões Estratégicas:** Ela auxilia na tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento e à transição da tecnologia.

No Quadro 2 é apresentada uma equivalência entre a métrica antiga da ANEEL para maturidade tecnológica (fases de classificação dos projetos) e o nova métrica adotada pela ANEEL (TRL).

Quadro 2. Relação entre Grau de maturidades TRL e fases de classificação da Cadeia de Inovação

Grau de Maturidade Tecnológica — TRL								
Baixo			Médio			Alto		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pesquisa Básica Dirigida		Pesquisa Aplicada	Desenvolvimento Experimental		Cabeça de Série		Lote Pioneiro	Inserção no mercado
Cadeia de inovação								

Fonte: ANEEL (2022a)

Embora a adoção da métrica TRL, amplamente usada no mundo, possa ser considerada positiva, a priorização de recursos em projetos com potencial de alcançar níveis tecnológicos de alta maturidade, acima de 6 (seis), requer uma análise aprofundada de seus impactos. Isso porque, as decisões mal fundamentadas podem prejudicar a inovação em projetos de PD&I e desencorajar a criatividade devido ao risco de não atingir os resultados planejados, levando a prejuízos. Nem todos os projetos inovadores geram retorno financeiro imediato, mas ainda assim são relevantes, especialmente os de inovação incremental ou com foco em aspectos intangíveis, como segurança. Conforme recomendação dos órgãos reguladores é necessário considerar indicadores de monitoramento e avaliação específicos.

Ainda no que tange ao objetivo de altos níveis de maturidade no PD&I da ANEEL, o papel de criação de empresas nascentes, as startups, se mostra relevante, pois permite acelerar o escalonamento de um produto com TRL > 6. A seguir, são apresentadas as características destes empreendimentos de alto risco e sua evolução para uma empresa consolidada.

4.1.2. *Startups*

Startups são organizações empresariais ou societárias que estão começando ou têm pouca experiência operacional e se destacam pela aplicação da inovação em seus modelos de negócios, produtos ou serviços, conforme definido no artigo 4º da Lei Complementar nº 182, de 01 de junho de 2021, que estabelece o Marco Legal das *Startups* e do Empreendedorismo Inovador.

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.045/2022 permite que as *startups* colaborem com empresas reguladas do setor elétrico brasileiro (SEB) para buscar e acelerar soluções inovadoras para desafios específicos, desde que as empresas reguladas e seus funcionários não tenham participação no capital das *startups*. Essa colaboração inclui atividades como aceleração e escalabilidade das *startups*, custos relacionados a essas atividades e custos de execução de projetos ou programas.

Essa resolução está alinhada com a Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021, também conhecida como Lei das *Startups*, que estabelece o marco legal para

startups e empreendedorismo inovador. Esse marco legal é um avanço significativo para a atividade econômica e tecnológica do país, reconhecendo a inovação como um impulsionador do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Ao permitir que empresas *startups* sejam contratadas com recursos do Programa PD&I da ANEEL, a resolução contribui para o objetivo da Lei das *Startups* de promover ambientes favoráveis ao empreendedorismo e valorizar a segurança jurídica e a liberdade contratual (ANEEL, 2022a).

4.2. Avaliações da ANEEL dos projetos PD&I

As empresas de energia incluídas no Plano Estratégico de Inovação serão avaliadas com base em metas e indicadores estabelecidos previamente. No âmbito do PD&I da ANEEL, cada indicador, definido no Plano Estratégico Quinquenal de Inovação (PEQuI), terá metas mínimas associadas. Ao superar essas metas mínimas, a empresa poderá obter parte dos resultados financeiros dos projetos do portfólio. No entanto, se as metas não forem alcançadas, a empresa será financeiramente penalizada.

Com base nas avaliações realizadas, serão implementadas medidas para melhorar os resultados das empresas de energia elétrica ou recompensá-las por seus desempenhos. A avaliação individual, conhecida como Avaliação Multiatributo de Portfólio de PD&I de Empresas de Energia Elétrica (AMPERE), utiliza um método de pontuação que atribui pesos proporcionais a cada indicador, conforme definido no PEQuI. Os indicadores da AMPERE são estabelecidos durante a elaboração e aprovação do PEQuI.

Na avaliação coletiva de portfólios, as empresas de energia com a mesma faixa de Receita Operacional Líquida (ROL) são comparadas entre si por meio da Avaliação Multiatributo de Portfólios de PD&I ANEEL (AMPARA). Essa avaliação permite identificar qual empresa apresenta resultados mais próximos do ideal para um programa PD&I. Em ambos os modelos, será determinado o percentual de ganho dos resultados ou a parcela que deve retornar à conta de PD&I.

O monitoramento dos resultados dos projetos PD&I se dá em diversos momentos, especificamente de recorrência trimestral, anual e quinquenal.

O monitoramento trimestral, conforme estipulado no PEQuI, envolvendo a emissão de resumos das informações sobre os portfólios de projetos de cada empresa. Essas informações são coletadas em duas partes: uma de natureza gerencial e outra de natureza contábil.

O monitoramento anual inclui indicadores de inovação conforme definido no PEQuI, com a coleta de dados sobre diversos aspectos, tais como resultados tecnológicos, produtos desenvolvidos, prontidão tecnológica, propriedade intelectual, resultados financeiros, receitas de licenciamento e royalties, vendas de produtos, criação de empregos, qualidade, impactos socioambientais, eficiência energética, redução de emissões, créditos de carbono, gestão de resíduos, qualidade do ar, água e solo, além de indicadores de universalização e inclusão social.

O monitoramento quinquenal, segundo o PEQuI, inclui a coleta de dados sobre esforços, envolvimento com startups, capacitação de pessoal, registros de propriedade intelectual, publicações técnico-científicas, níveis de maturidade tecnológica, retornos de investimentos em *startups* e outros benefícios.

Com o intuito de aprimorar a gestão e transparência do programa da ANEEL, foi estabelecida a Plataforma de Inovação do Setor Elétrico (PINSE). Esta servirá como instrumento de suporte para alcançar os objetivos estratégicos e gerenciar os portfólios de projetos, disponibilizando formulários para coletar dados e gerar relatórios gerenciais de monitoramento trimestral, anual e quinquenal. A resolução destaca que essa plataforma será continuamente melhorada para possibilitar melhorias na gestão e regulamentação do PD&I, além de enfrentar os desafios de comunicação eficaz com os *stakeholders*.

O novo PD&I da ANEEL já está em atividade desde 2024, mas como todas as mudanças são muito recentes, ainda não existem dados suficientes para analisar seus resultados.

4.3. Análise de patentes no setor elétrico brasileiro

No Quadro 3 são exibidas as principais tecnologias utilizadas na seção de eletricidade para a geração de energia elétrica, incluindo energia eólica, solar, hidráulica e térmica. Essas tecnologias são categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP).

Quadro 3. Principais tecnologias categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP)

CIP	Descrição
F03D	Motores Movidos a Vento
H01F	Imãs; Indutâncias; Transformadores; Seleção de materiais específicos devido a suas propriedades magnéticas.
H01H	Chaves Elétricas; Relés; Seletores; Dispositivos Protetivos de Emergência.
H01L	Dispositivos Semicondutores; Dispositivos Elétricos de Estados Sólido não incluído em Outro Local
H02B	Quadros de Distribuição, Subestações ou Disposições de Chaveamento para Suprimento ou Distribuição de Energia Elétrica
H02G	Instalações de Cabos ou Linhas Elétricas ou Combinação de Cabos e Linhas Elétricas como Dispositivos Ópticos.
H02K	Máquinas Dínamo-Elétricas

Fonte: INPI (2023)

Na Tabela 6 é apresentada uma comparação, em ordem alfabética de países e seu desempenho em cada CIP, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em todo o mundo, utilizando dados do Patentscope. O período analisado foi de 1º de fevereiro de 2014 a 24 de fevereiro de 2024.

Foram selecionados oito dos principais países depositantes de patentes em cada uma das subclasses mais relevantes da Classificação Internacional de Patentes (CIP) relacionadas a equipamentos utilizados no setor elétrico. Os dados foram obtidos por meio de uma pesquisa que utilizou a seguinte equação de consulta: CTR: PP AND DP: ([01.02.2014 TO 24.02.2024]) AND IC:XXX, onde PP representa o país (por exemplo, CN para China) e XXX representa a classificação internacional de patentes, por exemplo, F03D, que representa as patentes relacionadas aos Motores Movidos a Vento.

É importante assinalar que um documento depositado em um país pode estar ligado a depósitos de patentes da mesma família em diversos países.

Tabela 6. Comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em diversos países.

País	% F03D	%H01F	%H01H	%H01L	%H02B	%H02G	%H02K
Alemanha	3,38	2,58	2,11	1,99	0,70	1,69	4,08
Brasil	0,29	0,12	0,09	0,02	0,02	0,07	0,09
Canadá	1,61	0,46	0,50	0,11	0,23	0,57	0,49
China	69,30	69,45	79,84	48,66	94,26	83,80	73,14
Coreia	5,49	5,69	3,84	11,50	1,97	4,14	4,01
Dinamarca	4,44	0,10	0,12	0,03	0,05	0,20	0,14
Estados Unidos	11,33	11,91	7,53	23,82	1,37	4,46	9,14
Japão	4,16	9,69	5,98	13,86	1,39	5,07	8,91
Quantidade total	76.935	196.007	194.069	1.270.745	202.675	236.084	336.485

Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados do *PatentScope*

A comparação das patentes entre os países, revela a China (destacado em marrom na Tabela 6) como o país com mais depósitos de patentes em todas as categorias de Classificação Internacional de Patentes (CIP) citadas no recorte pesquisado, seguida por Estados Unidos e Japão. Adicionalmente, destaca-se que na última década houve um forte crescimento de depósitos de patentes na China nas referidas CIPs.

Ao analisar os dados da Tabela 6, fica evidente uma grande disparidade entre os depósitos de patentes relacionados às tecnologias do setor elétrico feitos pelo Brasil e pelos demais países. Apesar de ser um dos maiores produtores mundiais de energia elétrica, o Brasil ocupa a última posição na Tabela 6 (destacado em amarelo) em termos de número de depósitos de patentes relacionados ao setor elétrico.

É importante ressaltar que, dos depósitos listados na Tabela 6 para o Brasil, apenas 21% deles são efetuados por residentes no Brasil. Destacando-se que o termo “residentes” também inclui empresas estrangeiras que possuem escritório legalmente constituído no Brasil. Isso revela que muitas das tecnologias não são desenvolvidas no país, embora sejam consumidas no Brasil. Por exemplo, a subclasse H01L, que abrange tecnologias como células fotovoltaicas, uma forte tendência mundial para a geração de energia elétrica limpa e econômica, registra apenas 294 depósitos de patentes no Brasil de um total de mais um milhão e duzentas mil patentes no mundo.

Durante a pesquisa realizada para a elaboração da Tabela 6, para a comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em todo o mundo, foi realizada uma busca considerando o recorte nacional. Constatou-se que algumas concessionárias de energia elétrica do Brasil possuem pedidos de patentes registrados nas classificações analisadas. Consultando o Patentscope encontra-se 82 resultados com o nome CEMIG nos campos autor ou requerente. Foram encontradas também patentes de outras empresas do Setor Elétrico Brasileiro, destacando-se FURNAS, CEPEL, CEEE, Eletropaulo, CPFL, LIGHT e TAESA.

De acordo com relatório da Elsevier (2023), o Brasil ocupa o 14º lugar em produção científica. O Relatório do WIPO de 2022 revela que o Brasil é o 26º em pedidos internacionais de patente no sistema PCT (WIPO, 2022). O que revela a baixa quantidade de patentes em relação ao alto número de artigos publicados no Brasil. Essa discrepância indica uma oportunidade para maior integração entre academia e indústria.

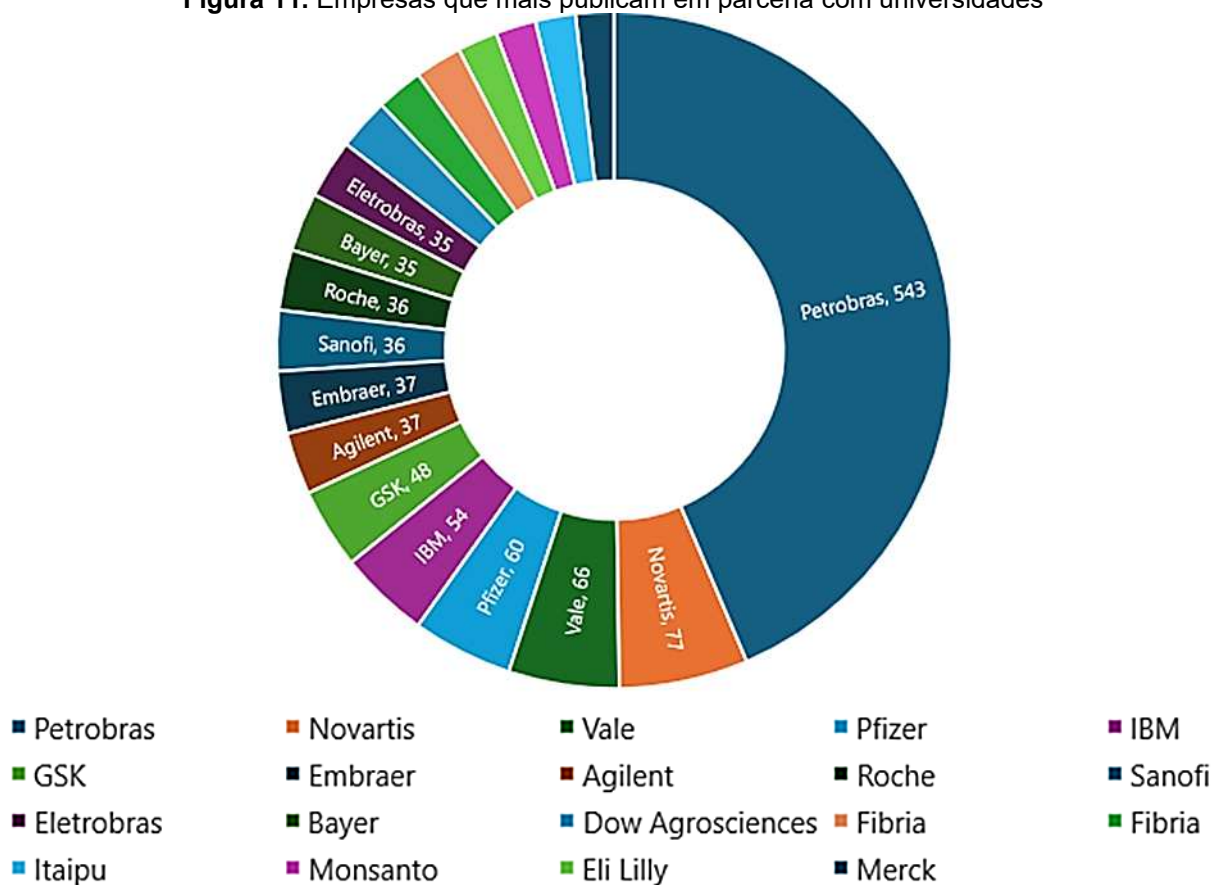
No que tange à relação academia-empresa, Medeiros (2020) destaca o crescimento do número de publicações em coautoria de pesquisadores de universidades

(destacaram-se apenas as universidades públicas) e a indústria. Tal parceria indica um aumento do envolvimento das universidades com a indústria. Não se limitando a consulta, contrato de prestação de serviços pesquisa ou doações de pesquisa. Dentre as empresas elencadas, tem se apenas a Eletrobrás e a Itaipu como representantes do setor elétrico.

Entre as empresas que mais publicam em conjunto com as universidades brasileiras se destaca a Petrobras com uma quantidade cerca de 700% acima da segunda colocada, Novartis, conforme indica a Figura 11 (MEDEIROS, 2020).

Essa imensa diferença pode ser justificada pelo setor de óleo e gás apresentar lucros altos comparados a outros setores e também por ter investimentos obrigatórios de Fundos Setoriais,(CT Petros) em projetos de PD&I nas universidades e centros de pesquisa (MEDEIROS, 2020).

Figura 11. Empresas que mais publicam em parceria com universidades



Fonte: adaptado de Medeiros (2020)

O Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL impulsionou o surgimento de redes de cooperação no setor elétrico. Entre 2001 e 2004, as primeiras redes de cooperação foram estabelecidas entre institutos de pesquisa e empresas de base tecnológica, com algumas concessionárias atuando como incubadoras virtuais para os projetos de PD&I da ANEEL. Nesse modelo, empresas e institutos de pesquisa colaboravam de forma simbiótica em projetos de PD&I (FERNANDINO; OLIVEIRA, 2010). Com a implementação da Lei, os recursos para PD&I passaram a ser gerenciados tanto pelo governo, por meio de fundos setoriais como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e o Programa de Eficiência Energética, quanto pelas empresas do setor.

Desde o início, a Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no setor elétrico brasileiro tem enfrentado uma trajetória de ajustes, caracterizada por mudanças frequentes no marco regulatório. Nos anos de vigência do Programa, houve progressos notáveis, incluindo o fortalecimento das capacidades tecnológicas e o estabelecimento de redes de colaboração com empresas de base tecnológica e núcleos de ICTs. A maioria das empresas aprimorou sua capacidade de gerenciar projetos no âmbito do Programa. No entanto, a metodologia de avaliação adotada pela ANEEL não foi suficiente para abranger adequadamente as diversas oportunidades de investimento em inovação no setor.

Dado que o setor elétrico é um monopólio natural, sujeito a barreiras legais e com poucos incentivos intrínsecos para inovar, essa harmonização de interesses é crucial (JOSKOW, 2006).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS - O CASO CEMIG

A CEMIG Distribuição possui um setor dedicado à Inovação Tecnológica (IT). Esse setor apoia a busca de parceiros e a execução de projetos de PD&I, além de gerenciar o portfólio de marcas, patentes e programas de computador da CEMIG e suas empresas coligadas.

O Setor de IT conta com o apoio de empresas especializadas para solicitar novos pedidos de proteção de propriedade intelectual, acompanhar processos pendentes no INPI, manter os direitos já concedidos e fornecer consultoria técnica.

Esta área da empresa, com apoio de terceiros, também realiza pesquisas de anterioridade de marcas e patentes para solicitar novos direitos, gerencia procedimentos de patente, desenho industrial, marca e programa de computador, acompanha semanalmente os processos, monitora prazos e gera as taxas do INPI (GRUs - Guia de Recolhimento da União).

Além disso, a CEMIG possui inúmeros projetos inovadores, muitos com investimentos significativos. Um exemplo é o projeto de transformação digital, que envolve R\$ 1,4 bilhão em tecnologia e inovação para aprimorar processos, reduzir riscos e garantir uma gestão mais eficiente (CEMIG, 2024a).

Em 2021, a Companhia foi a primeira distribuidora do setor elétrico a oferecer aos clientes a opção de pagamento de faturas de energia via PIX. No ano seguinte, foi pioneira na implementação de uma Unidade de Resposta Audível (URA) cognitiva baseada em inteligência artificial, permitindo que dúvidas e solicitações feitas por chamada telefônica fossem respondidas com qualidade e sem a intervenção de um atendente humano (CEMIG, 2024).

Em 2022, a CEMIG iniciou uma parceria com uma startup para desenvolver o Sistema Integrado de Visão Computacional para Proteção à Receita e Segurança do Trabalho. A tecnologia da startup usa inteligência artificial (IA) para capturar e interpretar imagens, desempenhando funções que normalmente seriam realizadas por humanos.

O software consegue detectar e alertar sobre mudanças na rede e possíveis pontos de invasão, proporcionando uma cobertura completa do sistema elétrico com a periodicidade adequada para cada circuito de energia, dependendo de sua criticidade. Isso resulta em dados mais precisos, facilitando a detecção rápida e objetiva de problemas, além de otimizar o deslocamento das equipes de manutenção, o que leva a uma redução de custos no processo (CEMIG, 2024).

Em 2024, a CEMIG anunciou a implantação do Sistema Avançado de Gestão de Distribuição de Energia (ADMS, na sigla em inglês), que permite o melhor planejamento e gerenciamento da rede elétrica, também com orçamento bilionário (CEMIG, 2024).

Para aprimorar as relações com ecossistemas de inovação, a CEMIG criou uma gerência para ações de Inovação Aberta. Em 2024, foi lançado o "Inova CEMIG.Lab", o maior programa de inovação aberta do setor elétrico nacional. Nele, startups podem submeter propostas para desenvolver e validar soluções inovadoras aos desafios da CEMIG, com apoio financeiro de até R\$ 1,6 milhão por solução.

Ao longo do histórico de PDI da Cemig, há muitos casos de sucesso, todos focados na solução de problemas relevantes da empresa. Um exemplo recente é o Projeto de P&D D0722/D0727 (Fase I/Fase II), que consiste em uma planta-piloto pioneira no Brasil com dois grandes Sistemas de Armazenamento de Energia em Baterias integrados à rede de distribuição. Esses sistemas regulam a tensão e controlam a potência reativa, cortam picos de carga, suavizam a potência, agendam o despacho de potência, compensam reativos, fornecem energia em contingências e interagem com as usinas fotovoltaicas da UFMG e do Mineirão. A execução deste PDI criou um grande laboratório a céu aberto, que além de garantir a qualidade do fornecimento de energia elétrica, é usado em pesquisas de interesse da Cemig e da UFMG e na transferência de conhecimento, sendo aproveitado também em outros projetos de PDI da Distribuidora.

Além dos grandes projetos de inovação dentro e fora do programa de PDI Aneel, existem inúmeras inovações feitas na rotina de trabalho da empresa que muitas vezes não são classificados internamente como inovação, apesar de proporcionarem

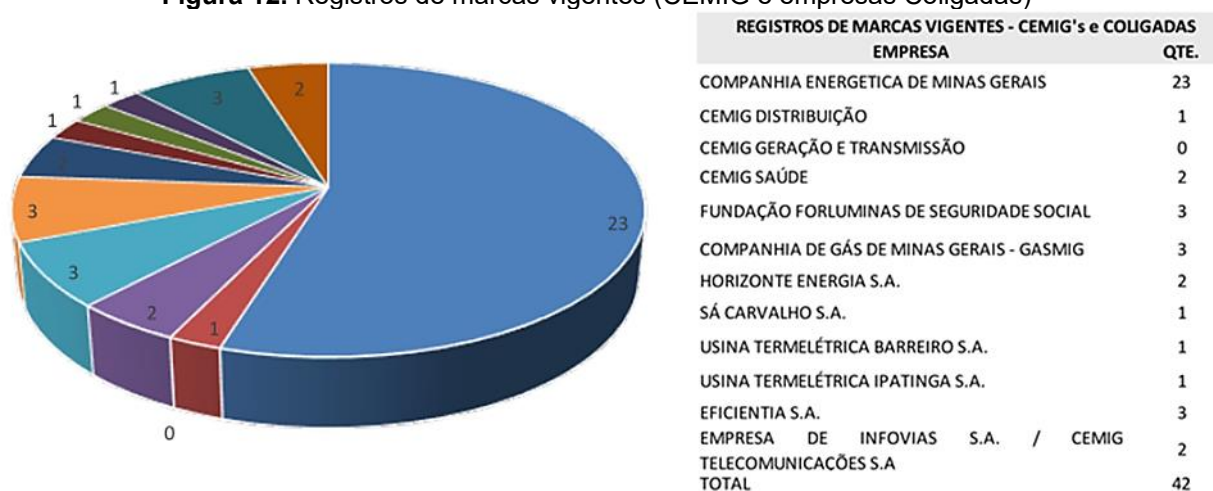
melhoria de processos, redução de custos e de serem aplicadas nas redes de Geração, Transmissão e Distribuição.

Identificar e mensurar essas iniciativas seria um trabalho extremamente árduo. O qual fugiria do escopo deste trabalho. Destaca-se que a dificuldade para um mapeamento abrangente dessas inovações fora do PD&I da ANEEL e dos grandes projetos da CEMIG, evidencia uma oportunidade de amadurecimento da cultura de inovação da empresa.

Diante do exposto, o estudo de caso da CEMIG foi limitado ao PD&I da ANEEL, patentes, registro de marcas e registro de software.

A partir da consulta ao banco de dados do INPI e da análise documental interna, considerando-se os registros de marcas das empresas que constituem o grupo CEMIG, constata-se que a empresa possui no total 42 registros de marcas, conforme exposto na Figura 12. As marcas incluem algumas usinas de geração de energia e marcas relacionadas às atividades acessórias à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Figura 12. Registros de marcas vigentes (CEMIG e empresas Coligadas)



Fonte: autoria própria (2024)

Ressalta-se que dentro do grupo CEMIG existem diversas pessoas jurídicas, destacando-se a CEMIG Distribuição, CEMIG Geração e Transmissão, e GASMIG (Distribuidora exclusiva de gás natural canalizado em todo o território mineiro). Embora o grupo possua mais de 40 marcas registradas, os registros de patentes em

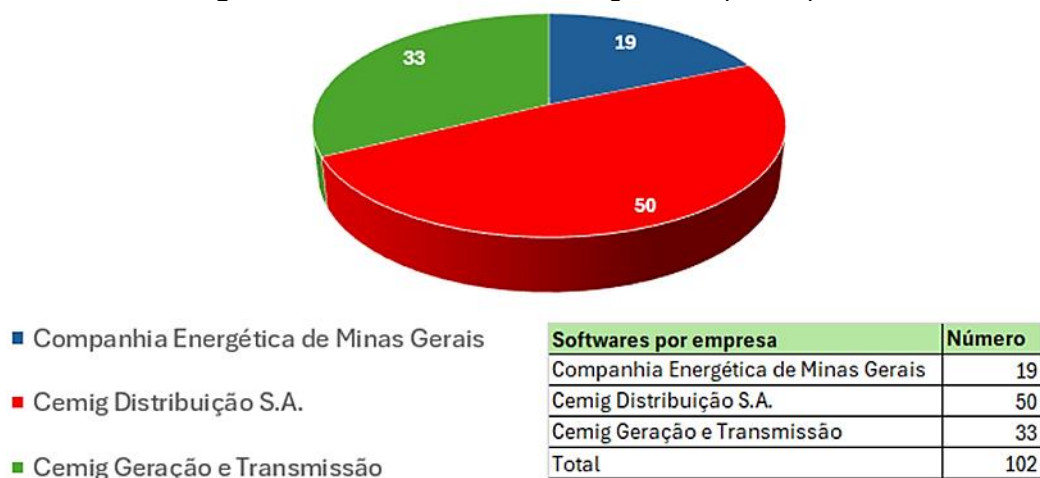
quase sua totalidade são relacionados apenas a duas pessoas jurídicas, CEMIG Distribuição e CEMIG Geração e Transmissão.

Algumas marcas do Grupo CEMIG não têm uma cultura de proteção de suas inovações por meio de patentes. Isso é esperado para marcas que não atuam em atividades tecnológicas, como a Fundação de Seguridade Social. No entanto, no caso da GASMIG, seria razoável esperar mais patentes devido à sua abrangência e à natureza tecnologicamente intensiva de suas operações, mas até 2023, apenas quatro patentes foram encontradas.

Enquanto a CEMIG Geração e Transmissão e a CEMIG Distribuição investem de forma compulsória em PD&I, a GASMIG não está sujeita à essa obrigação legal. Assim, questiona-se se a falta de patentes registradas na GASMIG, estaria relacionada à falta de obrigatoriedade de investimento em PD&I.

Analisando o capital intelectual da CEMIG para além das patentes e marcas registradas, são mostrados na Figura 13 os registros de software por empresa do grupo e empresas coligadas. Deve-se mencionar que dois dos registros foram realizados erroneamente com o titular sendo uma pessoa física³, e estão enquadrados na CEMIG Distribuição.

Figura 13. Número de softwares registrados por empresa



Fonte: autoria própria (2024)

³ (Dilmar Gonçalves da Cunha), devendo ser enquadrado na Cemig Distribuição, e o processo de correção junto ao INPI já foi iniciado.

O número significativo de registros de software da CEMIG revela que a empresa desenvolve muitas de suas próprias ferramentas de tecnologia da informação. O quantitativo pode ser considerado expressivo, dada a alta velocidade do desenvolvimento de softwares, e, de forma geral, do curto período para que muitos deles se tornem obsoletos.

Pesquisando-se, na base *Patentscope* em fevereiro de 2024 as patentes com o requerente CEMIG ou Companhia Energética de Minas Gerais, foram encontradas 81 patentes. Dentre elas, algumas já não estão mais protegidas por terem mais de 20 anos. E outras a CEMIG não tem mais o interesse econômico sobre a invenção. Para efeito de comparação, repetiu-se a pesquisa com outras Distribuidoras, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7. Número de patentes por empresa do setor elétrico

Empresa	CEMIG	Copel	CPFL	LIGHT	Celesc	Neoenergia
Número de patentes	81	79	68	38	32	4

Fonte: autoria própria (2024)

Dentro do escopo desta pesquisa, a CEMIG é a empresa com o maior número de patentes. No entanto, nenhuma empresa do setor elétrico possui um número elevado de patentes em comparação com grandes empresas brasileiras de outros setores, conforme mostrado na Tabela 8.

A quantidade de patentes mostrada na Tabela 7 pode ser considerada baixa, dado que o Brasil possui cerca de 500 participantes no setor elétrico, incluindo agentes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (ONS, 2024).

Apesar do grande número de empresas no setor elétrico, há apenas dois centros de pesquisa específicos. O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), criado em 1974, inclui Eletrobrás, Chesf, Furnas, Eletronorte e Eletrosul, e coordena a inovação entre as concessionárias brasileiras (CEPEL, 2023). A Eletronorte também possui o Centro de Tecnologia, estabelecido em 1983, focado na região Amazônica (ELETRONORTE, 2023). Outros laboratórios de pesquisa no setor elétrico estão em universidades, institutos tecnológicos e empresas privadas.

Tabela 8. Número de patentes de empresas de vários setores

Empresa	Petrobras	Embraer	Vale do Rio Doce	Usiminas	Suzano Papel e Celulose
Número de patentes	3232	699	568	127	57

Fonte: autoria própria (2024)

Os dados de patentes indicam que a proteção à propriedade intelectual no setor elétrico brasileiro, por meio de patentes, é limitada, especialmente em comparação com outros setores da indústria. Até 2023, os investimentos em inovação tecnológica nas empresas do setor elétrico não resultaram em um número significativo de patentes, *royalties* ou transferências de tecnologia. Em comparação com grandes empresas estrangeiras do setor elétrico, é preciso destacar que a empresa responsável pela geração, transmissão e distribuição na China, State Grid, tem cerca de 300 mil pedidos de patentes registrados e a Companhia Elétrica da Coreia do Sul, Korea Electric Power, tem cerca de 7 mil pedidos de patentes registrados.

Esses números estão de acordo com a premissa de que as inovações do setor elétrico, sobretudo as relacionadas com o programa de PD&I ANEEL, são pouco eficazes em gerar produtos de interesse econômico e estão alinhados com o estudo conduzido por Quandt, Junior e Procopiuck (2008), o qual revelou que os investimentos em PD&I são principalmente impulsionados pela obrigação legal, não sendo norteados com o objetivo de alcançar vantagens estratégicas para as empresas.

Reitera-se que a inovação tecnológica não se limita ao registro de marcas, softwares e patentes. Muitas empresas inovadoras utilizam outros mecanismos para proteger a propriedade intelectual. No entanto, as patentes continuam sendo um indicador relevante. Elas são usadas em critérios de avaliação da maturidade tecnológica pela Aneel e são uma métrica mais tangente do que mecanismos como segredo industrial, barreiras de entrada devido à complexidade e custo do produto, curva de aprendizado, dentre outros. Dito isso, é pertinente abordar o programa responsável por grande parte da inovação tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro: o PD&I da ANEEL.

De 2011 até 2023 a CEMIG executou 296 projetos de PD&I ANEEL, no valor total de R\$ 376,6 milhões, sendo R\$ 188,9 milhões em Distribuição e R\$ 188,7 milhões em Geração e Transmissão. Neste período, apenas alguns projetos de PD&I resultaram em patentes (81) pela CEMIG D e CEMIG GT. Embora tenham sido investidos valores significativos em PD&I nesse intervalo de tempo, o retorno em termos de desenvolvimento de produtos elegíveis para patenteamento foi limitado.

O número de patentes da CEMIG, embora seja o mais significativo entre as Distribuidoras, mostra que o cenário revelado pelo estudo de Pfitzner, Salles-Filho e Brittes (2014), ainda persiste. Segundo este estudo, as empresas do setor de energia elétrica estão aumentando seus esforços em atividades de PD&I - Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, embora os esforços de inovação tecnológica ainda não sejam suficientes para a criação de um robusto Sistema Setorial de Inovação (SSI).

Na Tabela 9 são mostrados os valores totais auditados pela ANEEL para todos os participantes do PD&I junto com os valores CEMIG para efeito comparativo. Ressalta-se que os valores são apenas os que já foram aprovados em auditoria. Não estão contemplados os projetos atrasados, os que estão em curso ou os que não tiveram os valores reconhecidos pela ANEEL. Em alguns anos, por decisão da ANEEL, não houve auditoria, mesmo tendo projetos em execução.

Tabela 9. Valores de Custo total de projetos de PD&I ANEEL auditados pela ANEEL por ano. Não contempla projetos em curso, atrasados ou em processo de auditoria

Ano	Valor de Custo Total Auditado (contempla todos os agentes)	Valor Custo Total Auditado CEMIG (D e GT)
2008	R\$ 44.532.354,62	
2009	R\$ 281.361.790,68	
2010	R\$ 417.842.714,26	R\$ 105.676.363,87
2011	R\$ 587.326.160,46	R\$ 68.819.495,82
2012	R\$ 422.568.323,15	R\$ 121.439.730,05
2013	R\$ 432.933.883,66	R\$ 21.577.836,42
2014	R\$ 313.008.721,19	R\$ 30.617.208,82
2015	R\$ 272.141.222,93	
2016	R\$ 534.156.292,41	R\$ 29.396.677,78
2017	R\$ 534.483.190,24	
2018	R\$ 557.331.430,78	R\$ 128.015.058,04
2019	R\$ 288.642.624,22	R\$ 63.360.175,96
2020	R\$ 94.019.376,11	R\$ 12.534.474,69
2021	R\$ 38.292.268,88	
2022	R\$ 25.083.133,52	R\$ 6.875.286,27
2023	R\$ 5.967.196,04	
Total Geral	R\$ 4.849.690.683,15	R\$ 588.312.307,72

Fonte: ANEEL (2020)

Os valores apresentados acima se referem às quantias asseguradas mediante auditoria e por isso, não refletem com fidelidade os valores empenhados em PD&I da ANEEL. Deve-se ressaltar que os números aplicados em PD&I em anos anteriores influenciaram os números auditados em outros anos, em função de atrasos e mudanças definidas pelo órgão regulador.

Ao avaliar os números percebe-se claramente que embora não haja grandes variações nem nas receitas operacionais líquidas, nem nos investimentos em PD&I das empresas, na ANEEL, identificam-se variações abruptas nas quantias auditadas, revelando uma falta de constância e previsibilidade no projeto de PD&I da ANEEL. Isso reforça as críticas por falta de previsibilidade e transparência de órgãos como TCU (BRASIL, 2021) e IPEA (IPEA, 2012).

Para melhor compreender os projetos PD&I da ANEEL executados pela CEMIG, foram feitas entrevistas, conforme detalhado a seguir.

5.1. Questões orientativas das entrevistas

Foram entrevistados cinco profissionais da CEMIG que, em algum momento, foram gerentes de projetos de PD&I da ANEEL. Cada um deles gerenciou pelo menos dois programas de PD&I da ANEEL e também atuou como apoio técnico em outros projetos, acumulando ampla experiência no setor de PD&I da ANEEL.

No Apêndice A são transcritas as questões orientativas para realização da entrevista. A conversa com os profissionais entrevistados teve as perguntas como orientativas, e não foram aplicadas de forma rígida. Buscou-se assim assegurar que todas as perguntas fossem respondidas. Todas as entrevistas foram gravadas com a anuência dos entrevistados. Com o propósito de preservar os profissionais, os seus nomes e outras informações que possam identificá-los não serão revelados. Antes de realizar algumas perguntas ao entrevistado foi explicado de maneira sucinta o objetivo das perguntas e o contexto do programa da ANEEL.

5.2. Perfil dos entrevistados

Os entrevistados foram identificados como A, B, C, D e E para preservar suas identidades. Todos possuem mais de oito anos de experiência na CEMIG. Entre eles, 60% têm mestrado, 20% têm doutorado e 20% são bacharéis. Quanto aos projetos de PD&I da ANEEL, 80% gerenciaram dois projetos e 20% gerenciaram três projetos. Os perfis dos entrevistados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Perfis dos entrevistados

Entrevistado	Formação	Número de projetos atuando como gerente	Projetos na área de Equipamentos e Sistemas	Projetos na área de Software ou Processos	Anos dos projetos
A	Mestre em Engenharia Elétrica	2	2		2018, 2022
B	Mestre em Engenharia Elétrica	2	2		2012, 2017
C	Bacharel Analista de Sistemas	2	0	2	2015, 2019
D	Bacharel em Engenharia Elétrica e Mestre em Engenharia de Produção	2	0	2	2017, 2021
E	Doutor em Engenharia Elétrica	3	3		2011, 2016, 2021

Fonte: autoria própria (2024)

5.3. Consolidação dos resultados

Com base nas entrevistas, na coleta de dados e nas análises realizadas, foi elaborado o Quadro 4, que destaca a percepção dos entrevistados em relação à expectativa de aproveitamento, conciliação com a rotina de trabalho na empresa e obrigatoriedade dos projetos. É importante notar que os entrevistados ocuparam cargos de gerência em diferentes momentos. Alguns atuaram como gerentes de PD&I há sete anos, enquanto outros ainda estão nessa posição em 2024. Portanto, seus relatos refletem o período em que gerenciaram projetos de PD&I, podendo não estar alinhados com a atualidade, devido às diversas lideranças e diretrizes de inovação ao longo do histórico de projetos de PD&I da ANEEL na CEMIG.

Quadro 4. Cenário dos projetos PD&I

Entrevistado	Expectativa inicial de que o projeto fosse aproveitado pela empresa?	Dificuldade de conciliar a rotina com o Projeto PD&I?	O projeto tinha grande preocupação em inovar ou não ser multado?	Quantos projetos foram aproveitados após o PD&I?
A	Sim	Sim	Multado	1 (50%)
B	Não	Sim	Multado	1 (50%)
C	Não	Não	Multado	1 (50%)
D	Sim	Sim	Os dois	1 (50%)
E	Sim	Não	Os dois	1 (33%)

Fonte: autoria própria (2024)

Dentre os que disseram não ter dificuldades de conciliar o projeto com a rotina, estão os entrevistados B e D, que afirmaram:

“Eu não tive problema porque desde o começo a minha gerência entendeu a importância do PD&I e reduziu minha carga de trabalho. O projeto nasceu para resolver um problema da empresa e a gente acreditava muito nele. Tivemos muito respaldo da CEMIG”.

“Não tive dificuldades em executar o PD&I em paralelo com as minhas atividades rotineiras, consegui entregar as duas coisas. Mas se eu tivesse tido um pouco mais tempo para me dedicar ao PD&I, com certeza os resultados seriam melhores”.

Apesar de não se caracterizar como um impeditivo, um maior tempo de dedicação no projeto foi destacado por um dos entrevistados como um fator que poderia melhorar os resultados.

Por outro lado, a maioria dos entrevistados, 60%, relatou dificuldade em conciliar a rotina de trabalho com as atividades de PD&I. O entrevistado C, que mencionou essas dificuldades, destacou que havia um acordo com sua gerência para dedicar um certo número de horas por semana ao PD&I, mas isso não foi cumprido:

“Quando surgia algum problema urgente ou com repercussão eu tinha que atuar. E frequentemente surgiam problemas. O PD&I era o primeiro a ser interrompido. Eu tinha muitas outras atividades que eram prioritárias para a minha área”.

Analisando as entrevistas, nota-se que a facilidade ou dificuldade em conciliar a rotina de trabalho com o PD&I variou conforme a liderança. Os entrevistados que não tiveram problemas mencionaram que seus gerentes garantiram o tempo necessário, delegando algumas tarefas a outros. Esses respondentes destacaram que o PD&I em que trabalharam foi criado para resolver um problema específico da empresa, mostrando um claro engajamento da organização com o projeto. Esse resultado está alinhado com as críticas do IPEA (2012) sobre a necessidade de alinhar os projetos às estratégias das empresas para aumentar o engajamento dos agentes no programa.

Ainda sobre a dedicação aos projetos de PD&I, 40% dos entrevistados consideraram desejável a dedicação exclusiva ao Programa da ANEEL. No entanto, 60% afirmaram que é importante manter algumas atividades rotineiras paralelas ao PD&I, pois elas contribuem para o desenvolvimento de soluções aplicáveis ao programa e para manter redes de contatos relevantes.

Mesmo entre aqueles que preferem manter algumas atividades rotineiras, foi frequentemente mencionada a necessidade de formalmente reduzir a carga de trabalho habitual para garantir o sucesso dos resultados do PD&I.

Além disso, o acúmulo de trabalho rotineiro com o do PD&I foi citado como um dos motivos pela falta de interesse de dois entrevistados em participar novamente do PD&I como gerentes, conforme exemplificado em uma das entrevistas:

“Já me convidaram para ser gerente de PD&I novamente, e eu recusei. Não quero passar novamente por aquela correria com minhas obrigações junto com PD&I, e toda aquela burocracia desses projetos da ANEEL”.

A maioria dos entrevistados afirmou que, no início do PD&I, tinham expectativas de que o projeto seria aproveitado de forma eficaz pela empresa. No entanto, ao final do projeto, a maioria percebeu que os resultados alcançados não corresponderam às suas expectativas, como evidenciado pelo relato do entrevistado B:

“Um dos projetos deu resultados que foram e ainda são usados pela casa. O sistema desenvolvido pelo PD&I foi planejado para substituir outras

ferramentas. Mas o outro projeto não foi continuado. Nele tivemos como ganho apenas o aprendizado durante o programa”.

As entrevistas revelaram que metade dos projetos de PD&I não foram utilizados pela CEMIG após a conclusão. Para a outra metade, considerada utilizada pelos entrevistados, não se avaliou a extensão, qualidade ou a duração do uso devido à dificuldade em obter essas informações com precisão. Este contexto está de acordo com uma das justificas de revisão do Programa de PD&I da ANEEL em 2023, a qual apontou que os produtos inovadores, apesar de representarem avanços, estavam aquém dos investimentos significativos do Programa (ANEEL, 2020). Esse achado também é corroborado pelo estudo de Pompermayer (2012), que indica a incapacidade do Programa de gerar inovação aplicada ao setor elétrico brasileiro.

Outro aspecto relevante obtido nas entrevistas é que, na visão de todos os entrevistados, o PD&I da ANEEL, nos formatos vigentes até 2023, tinha como principal objetivo, do ponto de vista das Distribuidoras, cumprir a legislação, com a inovação como uma consequência secundária. Alinhado a esse pensamento está o relato do entrevistado A:

“Os nossos projetos tinham o objetivo de inovar, de gerar valor para a empresa. Mas apesar do nosso empenho na inovação, a gente tinha em mente que era mais valorizado termos bom desempenho administrativo do que técnico. Por exemplo, entre um projeto perfeito do ponto de vista técnico, que fosse inovador, mas com algumas falhas administrativas e um segundo projeto perfeito administrativamente, mas cheio de falhas técnicas, era mais bem visto o segundo caso.”

Alguns entrevistados afirmaram que, embora os projetos de PD&I tenham focado mais em evitar punições legais do que em promover a inovação, isso tem mudado lentamente. Eles acreditam que as novas regras da ANEEL podem ajudar a priorizar resultados inovadores e aplicáveis, conforme mencionado pelo entrevistado E.

“Sempre fomos muito focados em primeiro cumprir rigorosamente as regras da ANEEL. Mas nos últimos anos estamos mais preocupados em fazer algo de impacto. A empresa amadureceu ao longo do processo. E entende que fazer por fazer é pouco”.

Nesta linha o entrevistado D afirmou:

“O desafio para fazer com que as Distribuidoras tenham a inovação como o grande objetivo dos PD&I ANEEL é grande. Mas vejo com bons olhos o novo

programa de 2024. Acho que as novas regras vão acelerar um amadurecimento em todas as empresas”.

Os relatos acima revelam que o baixo envolvimento dos agentes nas atividades de PD&I, frequentemente priorizando a conformidade com as regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos, conforme apontado por Carvalho et al. (2014), também ocorre na CEMIG.

Outro aspecto citado frequentemente nas entrevistas foi a falta de estrutura dentro da própria CEMIG para melhor apoiar o PD&I da ANEEL. As entrevistas revelaram a necessidade de capacitar pessoas que, embora não estejam formalmente listadas nos projetos de PD&I, desempenham papéis importantes na evolução dos projetos devido às suas atribuições na empresa. Os processos de PD&I muitas vezes não seguem os caminhos naturais já estabelecidos na empresa. Segundo os entrevistados, abrir esses novos caminhos para realizar tarefas simples, como contratar serviços ou permitir que empresas parceiras usem a rede de dados e servidores da Distribuidora, demanda muito tempo e energia, como apontado pelo entrevistado A.

“Tem passos simples do PD&I que por não serem executados nos caminhos usuais da empresa geram um trabalho administrativo absurdo. Os diversos setores da empresa não estão preparados para atenderem pequenas peculiaridades do PD&I ANEEL”.

Além de enfrentar a rigidez do ambiente altamente regulado do setor elétrico, conforme aponta Joskow (2006), as entrevistas indicam que a CEMIG poderia ter maior flexibilidade interna para melhor aproveitar as aprendizagens dos projetos anteriores.

Embora a inovação frequentemente exija novos métodos e procedimentos, a empresa já concebeu muitas soluções ao longo de seu extenso histórico de projetos de PD&I. No entanto, essas soluções não foram formalizadas nem disseminadas para serem usadas em situações futuras semelhantes. Como resultado, é necessário revisitar todo o processo em situações com demandas semelhantes já superadas, tornando o PD&I mais lento e trabalhoso do que seria com uma memória clara e acessível dos aprendizados anteriores.

Também foi relatado por alguns entrevistados que muitas áreas da empresa ainda enxergam o PD&I como uma atividade pouco relevante. E como o PD&I é executado pela empresa como um todo e não apenas pelos empregados diretamente ligados a inovação, isso se torna um grande problema. Conforme citado pelo entrevistado A:

“[...] tem gente que quando descobre que a demanda é de PD&I põe ela no fim da fila. Então tem que ficar cobrando e às vezes pedindo a intervenção de alguém de mais alta hierarquia para fazer as coisas acontecerem”.

Um aspecto unânime nas entrevistas foi a falta de preparação prévia dos gerentes de PD&I da ANEEL. Os projetos são complexos, com várias etapas, prestação de contas e muitas atividades administrativas e contratuais. Embora as informações sobre o programa da ANEEL sejam públicas, o grande volume e as peculiaridades dificultam o pleno entendimento do que deve ser feito e como proceder. A disponibilização antecipada desse conhecimento poderia economizar esforços, insumos e tempo, fatores essenciais para o sucesso dos projetos. Isso é particularmente relevante considerando que a maioria dos gerentes de PD&I da ANEEL até 2023 são profissionais com profundo conhecimento técnico, mas pouca experiência administrativa. A falta de preparação prévia dos gestores foi destacada pelo entrevistado C:

“Quando eu fui designado gerente de PD&I, me explicaram rapidamente como era o processo e o que eu devia fazer. Eu procurei diversas pessoas para entender melhor o funcionamento. Mas fui aprender muita coisa durante o programa. Inclusive descobri que eu poderia usar mais recursos quando estava prestando contas do que já estava feito”.

Embora o Programa de PD&I da ANEEL preveja como resultado do Programa a capacitação formal, como por exemplo, mestrados, doutorados e especializações. Não é prevista uma preparação prévia do gerente de PD&I, com o intuito de criar habilidades para condução do projeto. Percebe-se a partir das entrevistas que a elevação do nível de formação (educação formal) é efetivamente um dos frutos do PD&I na CEMIG. E nesse sentido, todos os entrevistados revelaram que o PD&I proporcionou capacitação para muitos participantes. Como por exemplo o entrevistado C:

“Eu tive a oportunidade de fazer através do PD&I uma especialização muito boa no CEFET. A capacitação que eu acho que poderia ser melhor não é a relacionada ao tema que está sendo pesquisado, mas sim sobre o funcionamento do PD&I”.

Com relação às maiores dificuldades vivenciadas durante o PD&I da Aneel, a análise das entrevistas consolida os seguintes pontos, como os mais marcantes:

- (i) A falta de estrutura interna apropriada às peculiaridades dos PD&I.
- (ii) A falta de engajamento e priorização de diversos setores da empresa para que os projetos tivessem resultados aplicáveis de maneira impactante.
- (iii) O excesso de atividades burocráticas para enquadramento dos projetos em todas as exigências da ANEEL.

Destaca-se o fato de que todos os entrevistados citaram o excesso de burocracia do PD&I ANEEL como um problema, corroborando com o Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 002/2020-SPE/ANEEL, o qual já apontava a burocracia como um dos maiores entraves para inovação do PD&I. O relato do entrevistado B é transcrito abaixo para exemplificar a questão:

“A prestação de contas é muito preciosa. Tudo entrava em relatório para fiscalização da ANEEL. Precisávamos explicar dinheiro gasto em viagem, transporte, alimentação, ferramenta, até em um parafuso. Se faltasse R\$2 no projeto tinha que se virar até achar a comprovação.”

No mesmo sentido o entrevistado C afirma:

“Foi muito mais trabalhoso para mim a parte burocrática que a pesquisa e desenvolvimento que fizemos no projeto”.

A análise das entrevistas e registros revela que o nível de dificuldade com a burocracia é alarmante. Muitos esforços que poderiam ser aplicados na pesquisa e desenvolvimento são desviados para atividades acessórias. Este resultado está alinhado com o estudo de Carvalho e Tonelli (2020), o qual identifica a burocracia como um dos principais fatores que dificulta o desenvolvimento do empreendedorismo no Brasil.

Além disso, nas entrevistas foi relatado que a assinatura dos contratos no âmbito do Programa é condicionada a uma previsão de gastos que abrange todo o período da pesquisa. Estes contratos são considerados pouco flexíveis, mesmo que a atividade de P&D seja dinâmica e sujeita a alterações. Como resultado, os contratos muitas vezes precisam ser modificados para incluir mudanças nas verbas e nas rubricas, o que envolve processos burocráticos complicados.

As entrevistas também revelaram que a CEMIG agiu para reduzir o problema de excesso de burocracia. Nos projetos mais recentes a empresa adotou a contratação de um gestor externo, o qual é contrato apenas para lidar com questões administrativas do projeto de PD&I, restando ao empregado da CEMIG que seja gerente de PD&I se dedicar às questões técnicas e de interesse primário do projeto. Também foi unânime entre os entrevistados a percepção de que tal mudança foi positiva.

Com essa nova configuração, a escolha adequada do profissional externo responsável por assuntos administrativos se torna um ponto de atenção. Uma escolha acertada pode liberar tempo e esforços consideráveis para o gerente se dedicar ao projeto. Por outro lado, uma escolha infeliz, como, por exemplo, alguém que não se encarregue de interagir com os envolvidos, coletar e registrar adequadamente os dados, pode resultar em surpresas negativas durante o processo. Isso exigiria que o empregado da CEMIG dedicasse ainda mais esforços para corrigir eventuais inconformidades e poderia sujeitar o projeto a glosa pela ANEEL.

Com o objetivo de melhorar a eficácia dos investimentos em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, ampliando sua aplicabilidade e oferecendo soluções para o setor elétrico brasileiro (SEB), foi lançada a Resolução Normativa ANEEL nº 1.045/2022. A qual estabelece procedimentos estratégicos para o Programa de PD&I, focados na criação e disseminação efetiva de inovações, alinhados com as necessidades da sociedade e as tendências tecnológicas. Esse novo regulamento reduz a burocracia no que concerne a formulários para cadastramento de projetos, relatórios e documentos necessários à prestação de

contas. O novo programa também estabelece maior transparência através da criação de portais e banco de dados públicos e ações de divulgação dos projetos PD&I.

A nova resolução prevê um maior alinhamento dos projetos de PD&I com os objetivos das empresas participantes, através do acompanhamento de resultados e impactos, definidos pelos Setor Elétrico durante a elaboração do PEQul. Busca também desenvolver a cultura de inovação, incentivando as parcerias com instituições técnicas e científicas para oferecer treinamentos contínuos e desenvolver novas habilidades técnicas, especialmente entre os profissionais das empresas reguladas.

A nova Regulação deixa claro como se dará a participação das startups, estabelecendo que empresas nascentes podem ser contratadas com recursos do Programa PD&I regulado pela Aneel de duas formas: podem ser contratadas como executoras em projetos ou programas de PD&I, incluindo os estratégicos, ou por meio de chamadas públicas exclusivas para startups.

As *startups* podem colaborar com empresas reguladas na busca e aceleração de soluções inovadoras para desafios relacionados aos temas de interesse do SEB. É importante ressaltar que as empresas reguladas e seus funcionários não podem ter participação no capital dessas empresas nascentes. Por fim, o novo PD&I, amplia o conceito de inovação ao contemplar uma perspectiva sistêmica e não linear, estabelecendo metas e indicadores para monitorar, controlar e avaliar os resultados obtidos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exigência legal de que os agentes do setor elétrico invistam em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação do programa da ANEEL é fundamental para garantir o financiamento e fortalecimento do ecossistema de inovação no setor elétrico. Todavia, as empresas do setor não devem restringir sua inovação apenas às obrigações legais.

Ressalta-se que, no caso da Cemig, existem inúmeras inovações feitas na rotina de trabalho da empresa que muitas vezes não são classificadas internamente como inovação, apesar de proporcionarem melhoria de processos, redução de custos e de serem aplicadas nas redes de Geração, Transmissão e Distribuição. Além disso, a Cemig possui diversos grandes projetos inovadores não enquadrados dentro desta obrigatoriedade legal e que não foram foco desta pesquisa.

Diante deste cenário, considerando-se o estudo de caso da Cemig, buscou-se compreender os principais gargalos e fatores facilitadores no que tange ao Programa de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL.

Por meio da coleta de dados e da realização de entrevistas com envolvidos neste processo, foi possível identificar o cenário presente e tendências de evolução na gestão da inovação, principalmente, norteados pelas mudanças da regulamentação ANEEL.

Identificou-se que os valores significativos investidos de forma compulsória, garantem financiamentos para projetos de inovação que demandam maior tempo e investimento para seu desenvolvimento.

Constatou-se também que o PD&I vigente considera o produto até a fase nove do Nível de Prontidão tecnológica (TRL9), quando se encontra pronto para ser comercializado. Contudo, apesar das alterações recentes, a norma não aborda o destino dos produtos ao atingirem o fim de sua vida útil (ecodesign), o que pode causar problemas devido à falta de clareza regulatória sobre a destinação ou comercialização

desses produtos finais. Isso pode resultar em desperdício e desmobilização de ativos que poderiam contribuir para o desempenho do SEB.

O estudo de caso realizado na CEMIG revelou que, apesar de se destacar positivamente em relação a outros agentes do setor elétrico em termos de volume de patentes, projetos e investimentos no Programa de PD&I da ANEEL, os projetos de PD&I realizados dentro desse programa têm um baixo aproveitamento prático pela empresa. Este resultado é verificado em outras empresas do setor no que tange ao Programa da ANEEL.

A obrigatoriedade legal, e os mecanismos de controle, associados aos riscos econômicos de glosa do Programa vigente até 2023 estimularam a priorização do atendimento às conformidades das regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos que gerassem produtos de valor econômico e social e atendessem necessidades da Cemig.

A pesquisa identificou a burocracia excessiva, como uma das maiores dificuldades dos Projetos PD&I, sendo inclusive um fator de desinteresse manifestado por técnicos em assumir a função de gerente de projetos PD&I ANEEL.

Neste sentido, a Cemig tomou medidas para reduzir a burocracia em seus projetos mais recentes, contratando um gestor externo exclusivamente para lidar com questões administrativas do PD&I. Essa mudança foi vista como positiva, uma vez que permite que o empregado da Cemig se concentre nas questões técnicas e nos aspectos principais do projeto.

Observou-se que os casos de maior sucesso no Programa de PD&I da ANEEL, conduzidos pela Cemig, compartilhavam a característica de abordar uma necessidade relevante da empresa. Isso resultava em maior engajamento por parte da companhia como um todo, facilitando a aplicação dos benefícios do projeto após sua conclusão. Os resultados da pesquisa são referentes aos projetos de PD&I anteriores ao novo Programa da ANEEL, vigente a partir de 2024. Analisando a evolução do Programa de Pesquisa Desenvolvimento da ANEEL, percebe-se que as modificações trazidas

pela Resolução 1.045/2022 procuram responder boa parte das críticas ao Programa expostas nesta pesquisa.

6.1 Contribuições da pesquisa

A atividade de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL executada na Cemig se revelou como um elo estratégico na cadeia de valor, buscando manter a organização competitiva. No entanto, essas estratégias são influenciadas pelas condições regulatórias, socioeconômicas, ambientais e pelos participantes envolvidos no processo.

A pesquisa revelou que ao longo do processo houve evolução da empresa com relação ao assunto. Também ficou nítido o potencial de melhorias ainda mais impactantes na Cemig no que se refere ao PD&I ANEEL.

As entrevistas destacaram a necessidade não totalmente suprida de preparar indivíduos que não estão oficialmente incluídos nos projetos de PD&I, mas que, devido às suas responsabilidades na empresa, desempenham papéis cruciais no avanço desses projetos. Neste sentido, seria pertinente aplicar a gestão do conhecimento, mapear as áreas da Cemig mais relevantes ao Programa de PD&I ANEEL e criar um curso preparatório a ser ministrado a atores-chaves. Desse modo, soluções já desenvolvidas para atender peculiaridades do programa ANEEL, poderiam ser aplicadas em demandas futuras com características semelhantes.

Os resultados da pesquisa indicam a necessidade de melhorar a relação entre as atividades cotidianas de trabalho e o PD&I. A disponibilidade de tempo para se dedicar ao PD&I variou consideravelmente dependendo das chefias dos gerentes de Projeto PD&I ANEEL. Isso ressalta a importância de padronizar esse aspecto, o que poderia levar a melhorias nos resultados do Programa.

Da mesma forma, foi identificada a importância de preparar adequadamente os gerentes de PD&I da ANEEL e os responsáveis técnicos dos projetos ANEEL. Isso contribuiria para otimizar os esforços dos envolvidos e evitar possíveis obstáculos decorrentes da falta de compreensão dos mecanismos do PD&I da ANEEL.

A nova regulação de PD&I torna o programa da Aneel mais complexo em função de grande número de metas e indicadores individuais e coletivos. Diante disso, se torna ainda mais importante a capacitação dos participantes destes projetos, buscando-se um perfil mais qualificado e com rigor científico. Neste sentido, seria oportuno que a ANEEL em parceria com universidades e centros de pesquisa propusessem cursos específicos para formação dos profissionais que atuam nestes projetos, tendo em vista que a inovação, de forma geral, ser um assunto ainda pouco explorado nos cursos de graduação e restrito a poucos programas de pós-graduação de universidades brasileiras.

Tendo em vista que a Cemig recentemente estreitou laços com *startups* através da criação de uma Gerência de Inovação Aberta, é crucial que esta iniciativa também contemple a aproximação da empresa com instituições científicas e tecnológicas (ICTs). Tais parcerias estratégicas têm o potencial de impulsionar a inovação na indústria elétrica e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento nacional.

6.2 Limitações da pesquisa e estudos futuros

Apesar desta pesquisa realizar uma análise detalhada sobre a gestão de alguns projetos de inovação tecnológica na Cemig, a amostragem pode ser considerada pequena, tendo em vista a quantidade de projetos totais de PDI ANEEL realizados pela CEMIG. Dessa forma, os resultados poderiam ser confirmados mediante uma ampliação do estudo com o envolvimento de outros gerentes de PDI ANEEL.

Por focar no estudo de caso da CEMIG, essa pesquisa não buscou estabelecer comparações com outras organizações do Setor Elétrico Brasileiro. Desta forma, uma sugestão de proposta de estudo futuro é ampliar o escopo dessa pesquisa ao incluir outras empresas participantes dos projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação da ANEEL.

Outra possibilidade de estudo futuro seria verificar o impacto do novo PD&I, o qual está no seu primeiro ano de vigência (2024), analisando se as mudanças propostas pelo órgão regulador alcançaram os resultados desejados.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R. Inovar é preciso. In: ARBIC, G. A. T.; SALERNO, M. S.; TOLEDO, D.; MIRANDA, Z.; ALVAREZ, R. R. (Org.). **Inovação: estratégias de sete países**. Brasília: ABDI, v. 1, p. 32-64, 2010.

Andersen, B., & Rossi, F. (2010). Beyond Bayh-Dole: **Universities and the use of Proprietary and Non-Proprietary Intellectual Property (IP) marketplaces**. DIME Working Paper, n. 90, March. Recuperado de <http://www.dime-eu.org/working-papers/wp14>.

ANEEL. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. Brasília, 2006.

ANEEL. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. Brasília: 2008.

ANEEL. **Boletim de Informações Gerenciais - Segundo Trimestre 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://antigo.ANEEL.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+2%C2%BA+trimestre+2018/fa14e464-2b54-bfc8-6bf1-c26b42d00d0a?version=1.0>>. Acesso em: 2023.

ANEEL. Incorporação do conceito de inovação e outras medidas para o avanço dos resultados do Programa de P&D regulado pela ANEEL. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 002/2020-SPE/ANEEL**. 2020.

ANEEL. **Relatórios e Indicadores**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ANEEL/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores>>. Acesso em: 2024.

ANEEL. **Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PROPDI**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221045_2.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

ANEEL. **Projetos de P&D em Energia Elétrica**. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/projetos-de-p-d-em-energia-eletrica>>. Acesso em 13 jan. 2024.

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

BARBOSA, C. M. M. Ambientes Promotores de Inovação. In: PORTELA, B. M.; BARBOSA, C. M. M.; MURARO, L. G.; DUBEUX, R. (Org.). **Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Salvador: Editora JusPODIVM. 2019.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 75.572, de 8 de abril de 1975**. Promulga a Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade industrial revisão de Estocolmo, 1967. Brasília, 1975.

BRASIL. **Decreto nº 9.991, de 28 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e regulamenta dispositivos da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, quanto a licenças e afastamentos para ações de desenvolvimento. Brasília, 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, 2004.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão 2674/2021. Auditoria Operacional na política pública de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Setor Elétrico Brasileiro (SEB) instituída pela Lei 9.991/2000**. Relator: Jorge Oliveira. Brasília, 10 nov. 2021a. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2674%2520ANOACORDAO%253A2021%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%2522>. Acesso em: 13 fev. 2024.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter, p. 130-156, 1997.

BRITTES, J. L. P.; SALLES-FILHO, S. L. M.; PFITZER, M. S. Avaliação do Risco Regulatório em Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro. **RAC - Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, p. 193-211, 2015.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA, R. F. **Propriedade Intelectual e Desenvolvimento no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Editora ABPI, 2019.

CARVALHO, N. P. de. **A Estrutura dos Sistemas de Patentes e de Marcas: Passado, Presente e Futuro**. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro. 2009.

CARVALHO, R. de Q.; SANTOS, G. V. dos; BARROS NETO, M. C. de. Gestão de PD&I + i em uma empresa pública do setor elétrico brasileiro: decisão estratégica ou imposição regulatória? **Revista Gestão Pública: Práticas e Desafios**, v. 5, n. 1, p. 127-153, 2014.

CARVALHO, B. G. de; TONELLI, D. F. Limites e Possibilidades do Marco Legal da CT&I de 2016 para as Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 6, n. 2, p. 6–24, 2020.

CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G. **A relevância da abordagem de sistemas de inovação para a área de energia elétrica**. In: CASTRO, N. J. de;

CHESBROUGH, H. (2012a). Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia. (L. C. C. Q. Faria, Trad.). Porto Alegre: Bookman. (Obra original publicada em 2003). 2016.

CASSIOLATO, J.; SZAPIRO, M. Os dilemas da política industrial e de inovação: os problemas da Região Sudeste são os do Brasil. In: LEAL, C. F. *et al.* (Org.) **Um olhar territorial para o desenvolvimento Sudeste**. Produção Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Rio de Janeiro. 2015.

CEMIG. **Usinas da CEMIG: 1952-2005**. Rio de Janeiro: v. 1, 2006. 304 p. ISBN ISBN85-85147-70-9.

CEMIG. **Inova Cemig**. Cemig, 2024a. Disponível em: <<https://inova.cemig.com.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CEMIG. **Inova**. Cemig, 2024. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/noticias/inovacao>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CEPEL. **CEPEL - Quem Somos**. CEPEL, 2023. Disponível em: <<https://www.cepel.br/home/o-cepel/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro**: diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro. Brasília: CGEE, 2017.

CHENG, C. C. J.; HUIZINGH, E. K. R. E. When is open innovation beneficial? The role of Strategic orientation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 6, p.1235-1253, 2014.

CHRISTENSEN, K. **The Era of Human + Machine Innovation**. p. 100-102. 2019.

COHEN, M. W.; NELSON, R. R.; WALSH, J. **Protecting their Intellectual Assets?** Appropriability condition an why U.S manufacturing irms patent (or not). Cambridge, 2000.

COHEN, W. M., & LEVINTHAL, D. A. (1990). Absorptive capacity: **A new perspective on learning and innovation**. *Administrative science quarterly*, 128-152.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. **Educational Researcher**, v. 46, n. 8, p. 423-424, 2018.

DENDENA, Adriana Carvalho de Menezes *et al.* PROCESSO DE GESTÃO DE PROJETOS DE P&D: UM ESTUDO DE CASO NA CEMIG. **Revista Brasileira de Gestão de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 138-155, 2013.

DOSI, G.; FREEMAN, C.; FABIANI, S. The Process of Economic Development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms, and institutions. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 1, 1994.

DUDZIAK, E. A. **Ferramentas de gestão de pesquisa disponíveis para os pesquisadores**. 2015.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. **The Global Innovation Index 2023**: Innovation in the face of uncertainty. EUA: Cornell University; WIPO, 2023.

DYER, F. L. **Edison**: His Life and Inventions. TK: Technology: Electrical, Electronics and Nuclear engineering, 2006.

DZIALLAS, M.; BLIND, K. **Innovation indicators throughout the innovation process**: An extensive literature analysis. Technovation, v. 80, p. 3-29, 2019.

EDQUIST, C. **Systems of Innovation**: Technologies, Institutions and Organizations. London and Washington: Printer Publishers. 1997.

ELETRONORTE. **Centro de Tecnologia. Eletrobras Eletronorte - Centro de Tecnologia**. 2018. Acesso em: 03 jun. 2023.

ELSEVIER. **2022**: “um ano de queda na produção científica para 23 países, inclusive o Brasil”. Disponível em: <<https://abori.com.br/wp-content/uploads/2023/07/2022-um-ano-de-queda-na-producao-cientifica-para-23-paises-inclusive-o-Brasil.pdf>>. Acesso em: 2023.

EMBRAPA. Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL. SEG - Sistema Embrapa de Gestão, SPD - Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, 2017. Disponível em: <<https://cloud.cnpgc.embrapa.br/nap/files/2018/08/EscalaTRL-MRL-17Abr2018.pdf>>. Acesso em: 2024.

EPE, E. D. P. E. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023 - ano base 2022**. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2023.

ETZKOWITZ, H. Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. **Social Science Information**, v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.

FERNANDINO, J. A.; OLIVEIRA, J. L. de. Arquiteturas organizacionais para a área de PD&I em empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 6, p. 1073-1093, 2010.

FINEP - **Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. 2024. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>>

FLEURY, A. Planejamento do projeto de pesquisa e definição do modelo. In: CAUCHICK MIGUEL, P. A. (Ed.). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Elsevier, 2010.

FRANTZ, J. **Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação**: Sanção e Vetos da Presidência da República a Lei nº 13.243/2016. Material preparado pelo Pró-reitor de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. 3. ed. London: Pinter Publishers, 2010.

FLICK, U.; COSTA, J. E.; CAREGNATO, S. E. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FURTADO, L. L. *et al.* Relação entre sustentabilidade e inovação: uma análise da legitimidade organizacional das empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 18, p.1-16, 2019.

GHAURI, P. N.; GRONHAUG, K. **Research Methods in Business Studies**. London: Prentice Hall. 4. ed. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONTIJO, C. O acordo sobre propriedade intelectual contido no GATT e suas implicações para o Brasil. **Revista de Informação Legislativa**, Senado Federal, p. 181, 1995.

GORLIN, Jacques J. An analysis of the pharmaceutical-related provisions of the WTO TRIPS agreement. Washington: Intellectual Property Institute, 1999.

GUIMARÃES, R. Pesquisa no Brasil: a reforma tardia. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 41-47, 2002.

HIGACHI, H. A Abordagem Neoclássica do Progresso Técnico. In: PELAEZ, V.; CARVALHO, V. N. P. **A Estrutura dos Sistemas de Patentes e de Marcas - Passado, Presente e Futuro**. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro. 2009.

HUIZINGH, E. K. R. E. Open innovation: State of the art and future perspectives. **Technovation**, v. 31, n. 1, p. 2-9, 2011.

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2023. **Consulta à Base de Dados do INPI**. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> Acesso em 18>. Acesso em 18 fev. 2024.

IPEA. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro**: uma avaliação do programa de PD&I regulado pela ANEEL. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3566/1/Comunicados_n152_Inova%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: mar. 2024.

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

KLINE, S. J., ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Org.). **The positive sum strategy**: harnessing technology for economic growth. Washington, p. 275-306. Washington DC: National Academy Press. 1986.

LAKATOS, M. E. **Técnicas de Pesquisa**. 9. ed. Grupo GEN, 2021.

LEVIN, R. C. E. A. Appropriating the returns from industrial research and development. **Bookings papers on economic activity**, p. 783-831, 1987.

MACHADO, D. D. P. N. **Inovação e cultura organizacional: um estudo dos elementos culturais presentes em um ambiente inovador**. 2004.

MARQUES, G. S.; DIAS, M. A. P.; VIANNA, J. N. S. Innovation in the electricity sector in the age of Disruptive Technologies and renewable Energy Sources: A Bibliometric study from 1991 to 2019. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 7, n. 2, p. 261-272. 2020.

MARQUES, A.; ABRUNHOSA, A. **Do modelo linear de inovação à abordagem sistêmica-aspectos teóricos e de política econômica**. Texto para discussão. Recuperado de: http://www4.fe.uc.pt/ceue/working_papers/abrun33i.pdf. 2005.

MAY, C. Venise: aux origines de la propriété intellectuelle. **L'Économie politique**, v. 2, n. 14, p. 6-21, 2002.

MAZZUCATO, M. **The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths**. Nova York: PublicAffairs, 2013.

MEDEIROS, J. C. **Novo Arranjo para Inovação nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT): Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI) e a Experiência da UFMG**. 2020.

MENESCAL, A. K. Mudando os Tortos Caminhos da OMPI? A Agenda para o Desenvolvimento em Perspectiva Histórica. In: RODRIGUES, J. R. BEAS, E.; POLIDO, F. (Org.) **Propriedade Intelectual: Novos Paradigmas Internacionais, Conflitos e Desafios**. Elsevier: Brasil. 618 páginas. Parte V. Cap. 1. 2007.

Mineiro, A. A. D. C., Souza, D. L., Vieira, K. C., Castro, C. C., & Brito, M. J. D. (2018). **Da Hélice tríplice a quádrupla: uma revisão sistemática**. *Economia e Gestão*, 18(51), 77-93.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Managing National Innovations Systems**. Paris: OCDE. National Innovations Systems. Paris: OCDE. 1999.

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 4. ed. Rio de Janeiro: FINEP. 2018.

OLIVEIRA, F.A. Schumpeter: a destruição criativa e a economia em movimento. **Revista de História Econômica e Economia Regional Aplicada - HEERA**, v. 10, n. 16, p. 99-122, 2014.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2024. **Relatório Anual 2023**. Disponível em: <https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/2023-Relatorio-Anual-acessivel_21032024.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2024.

PAIVA, E.; SALEM, F.; BUSTAMANTE, H.; FREIRE, L. N. **História da energia em São Paulo: Energia e empresas privadas até a criação da CESP e a encampação da Light**. 2017.

PIERRO, B. D. Zona de Conforto. **Pesquisa FAPESP**, n. 274, p. 38-41, 2018.

POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTI, L. R. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília: Ed. IPEA, 2011.

QUANDT, C. O.; JUNIOR, R. G. S.; PROCOPIUCK, M. Estratégia e Inovação: análise das atividades de PD&I no setor elétrico brasileiro. **Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 1, p. 245-255, 2008.

RAUEN, C. V.; TURCHI, L. M. Apoio à inovação por institutos públicos de pesquisa: limites e possibilidades legais da interação ICT-empresa. In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. (Org.). **Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil: Avanços Recentes, Limitações e Propostas de Ações**. Brasília: IPEA. 2017.

ROSENBERG, N. **Inside the Black Box: Technology and Economics**. Londres: Cambridge University Press. 1982.

SCHAPPO, Fillipe *et al.* **Pesquisa e desenvolvimento (PD&I): investimentos realizados pelas empresas brasileiras geradoras de energia e sua relação com a matriz energética**. In: USP International Conference in Accounting, 21, 2021, São Paulo, SP. Anais [...]. São Paulo: USP, 2021.

Schumpeter, J. A. (1934). **The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. Nova York: Oxford University Press

SIMÕES, V. C. **O Sistema Nacional de Inovação em Portugal: Diagnóstico e Prioridades**. In: RODRIGUES, M. J.; NEVES, A.; GODINHO, M. M. (eds.), p. 53-62. 2003.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. **Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação**. Educação e Filosofia, Uberlândia, v. 31, n. 61, 2017.

TEECE, D. J.; PISANO, G. P.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change**. John Wiley e Sons, 2005.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman Editora. 2015.
TOLMASQUIM, Mauricio T. **A Matriz Energética Brasileira: um exemplo para o mundo**. 11o **Fórum de Debates Brasilianas.org** – Energia Elétrica para o Século XXI. São Paulo, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciência sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

USSELMAN, S. W. **Regulating Railroad Innovation: Business, Technology and Politics in America**. New York: Cambridge University Press, 2002.

VOSS, C. A.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 22, n. 2, 2002.

WALVIS, A.; GOLÇALVEZ, E. D. L. **Avaliação das Reformas Recentes no Setor Elétrico Brasileiro e sua Relação com o Desenvolvimento do Mercado Livre de Energia**. Rio de Janeiro, 2014.> Acesso em: 12 fev. 2024

WEST, J.; BOGERS, M. Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 4, p. 814-831, 2014.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **About WIPO**. Disponível em: <<https://www.wipo.int/about-wipo/en/>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **Anexo 1: Pedidos internacionais de patente por origem (Sistema PCT)**. Disponível em: <https://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/pt/documents/pr-2023-899-annexes.pdf#page=4>>. Acesso em: 20 fev. 2024

WOLFFENBÜTTEL, A. **Avaliação do Processo de Interação Universidade-Empresa em Incubadoras Universitárias de Empresas: um Estudo de Caso na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da UNISINOS**. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – UFRS, Rio Grande do Sul.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. [S.l: s.n.], 2015.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS GESTORES DA CEMIG DE PROJETOS DE PD&I ANEEL

Perfil dos entrevistados:

As perguntas abaixo têm a intenção de catalogar os dados identificando convergências e divergências e se elas existem em grupos com características semelhantes.

- 1 - Qual a sua formação?
- 2 - De quantos projetos PD&I você participou na CEMIG?
- 3 - Há quanto tempo começou a participar dos PD&I da ANEEL?
- 4 - Os projetos de PD&I em que você participou se enquadram na área de equipamentos, processos ou softwares?

Expectativa e Realidade:

Todo projeto envolve expectativas. Algumas se confirmam e em outros casos o que foi planejado a realidade se opõe ao planejado não é realizado na prática. As perguntas abaixo têm o objetivo de explorar as expectativas e realidades dos projetos PD&I.

- 1 - No início do projeto você tinha a expectativa de que ele fosse aproveitado pela CEMIG? Por quê?
- 2 - Na sua opinião, o projeto ter sido executado em paralelo com outras atividades de trabalho, impactou de alguma maneira os resultados do PD&I?
- 3 - Na sua opinião, as distribuidoras estão focadas em inovar, alcançando maturidade tecnológica, ou estão mais preocupadas em cumprir a legislação e evitar multas?

- 4 - Na sua opinião, a gestão de assuntos de natureza burocrática deveria estar totalmente separada da gestão de caráter técnico? Ou seja, deveria ser feita por uma outra empresa como startups ou centros tecnológicos?

Maturidade de produtos e processos

A nova regulação da ANEEL, adotada em 2023, exige que 50% da carteira de PD&I alcance grau de maturidade TLR -7, ou superior. Isso significa que boa parte das tecnologias desenvolvidas deve poder ser avaliada em ambiente operacional próximo do real, ou num sistema real, ou ainda que a tecnologia esteja finalizada e pronta para comercialização. As perguntas abaixo pretendem analisar desafios enfrentados nos projetos anteriores e os possíveis impactos da nova regulação.

- 1 - Na sua opinião, quais foram as maiores dificuldades enfrentadas durante o projeto de PD&I?
- 2 - Os resultados (“produtos”) dos projetos em que você participou foram utilizados posteriormente pela CEMIG? O que contribuiu para isso?
- 3 - Na sua opinião, os projetos de PD&I em que você participou trouxeram ganhos significativo em termos de capacitação para os empregados da CEMIG?
- 4 - Nos projetos PD&I em que você participou, quais foram os principais parceiros externos da CEMIG?
- 5 - Conforme explicado anteriormente, a nova regulação da ANEEL, adota em 2023, exige que 50% da carteira de PD&I alcancem grau de maturidade TLR - 7. Na sua opinião como isso impactará o PD&I da ANEEL?
- 6 - Que mudanças nos Projetos de PD&I da ANEEL você sugeriria?

Ficha Catalográfica

G635p
2024
D
Gonçalves, Darlan Júnior.
Propriedade intelectual no setor de energia elétrica [manuscrito]: um estudo de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação executado na CEMIG / Darlan Júnior Gonçalves. 2024.

1 recurso online (110 f. : il., gráfs., tabs., color.) : pdf.

Orientador: Eduardo de Campos Valadares.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química (Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica).

Bibliografia: f. 101-108.

Anexo: f. 109-110.

1. Inovações tecnológicas – Teses. 2. Pesquisa e desenvolvimento – Teses. 3. Propriedade intelectual – Teses. 4. Desenvolvimento energético – Teses. 5. Energia elétrica – Teses. 6. Projetos de desenvolvimento – Teses. 7. Companhia Energética de Minas Gerais – Teses. 8. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) – Teses. I. Valadares, Eduardo de Campos, Orientador. II. Título.

CDU 043

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica

Darlan Júnior Gonçalves

**PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA: um estudo
de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação
executado na CEMIG**

Belo Horizonte

2024

Darlan Júnior Gonçalves

**PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA: um estudo
de caso do programa ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação
executado na CEMIG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Campos Valadares

Belo Horizonte

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICEX - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 27ª DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DO DISCENTE DARLAN JÚNIOR GONÇALVES, Nº DE REGISTRO 2020726534.

Aos vinte e oito dias do mês de maio de 2024, às 15 horas, online, via Plataforma virtual, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos Professores Doutores: Eduardo de Campos Valadares do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (orientador e presidente da banca), Daniel Fernandes Macedo da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Ciência da Computação e Yluska Bambirra Assunção, da Lataci Research Institute, para julgamento da dissertação de mestrado em Inovação Tecnológica - Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo do discente Darlan Júnior Gonçalves, dissertação intitulada: **"Propriedade Intelectual no setor de energia elétrica, um estudo de caso do Programa Aneel de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação executado na CEMIG."** O presidente da banca abriu a sessão e apresentou a banca examinadora, bem como esclareceu sobre os procedimentos que regem a defesa pública de dissertação. Após a exposição oral do trabalho pelo discente foi realizada arguição pelos membros da banca examinadora, com a respectiva defesa do candidato. Finda a arguição, a banca examinadora se reuniu, sem a presença do discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública desta ata, que segue assinada por mim, pelos membros da banca examinadora e pelo coordenador do programa. Belo Horizonte, 28 de maio de 2024.

Professor Doutor Eduardo de Campos Valadares (Orientador)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Daniel Fernandes Macedo
(Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)

Professora Doutora Yluska Bambirra Assunção
(Lataci Research Institute)

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barbosa
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Fernandes Macedo, Professor do Magistério Superior**, em 08/07/2024, às 11:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo de Campos Valadares, Membro de comitê**, em 08/07/2024, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Allan Claudius Queiroz Barbosa, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/07/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yluska Bambirra Assunção, Usuário Externo**, em 09/07/2024, às 12:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3357947** e o código CRC **EA27486A**.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela companhia em todas as jornadas. À minha família, pelo apoio, dedicação e refúgio. A todos os profissionais e alunos da UFMG que ao longo de muitos anos construíram essa excelente universidade pública. Ao professor Eduardo Campos Valadares, pelo acolhimento e apoio para a realização da pesquisa. Aos profissionais da CEMIG por compartilharem um pouquinho da larga experiência e conhecimento.

RESUMO

A Lei nº 9.991/2000 define percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a serem compulsoriamente investidos em inovação tecnológica pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro. Isso faz com que as empresas contem com relativa previsibilidade orçamentária destinada ao programa da ANEEL de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Apesar disso, o setor vivencia desafios para aplicar as tecnologias desenvolvidas de maneira prática. Assim, foram feitas análises fundamentadas em um estudo de abordagem quali e quantitativa, focado no caso específico da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) que inclui uma análise dos modelos de gestão de PD&I existentes, levantamento bibliográfico, pesquisa documental e entrevistas com os principais participantes nos projetos de PD&I da CEMIG. Esta pesquisa visa melhor compreender os desafios e oportunidades na gestão dos projetos de inovação da ANEEL. Para isso, foram mapeados os fatores que impedem as empresas do setor elétrico de entregarem resultados mais robustos, levantou-se o quantitativo de propriedade intelectual da empresa pesquisada e identificou-se a existência de fatores comuns, considerando-se os casos de sucesso do PD&I da ANEEL executados pela Cemig. Constatou-se que a obrigatoriedade legal de cumprir as regulamentações do programa PD&I da ANEEL e atender aos complexos mecanismos de controle do órgão regulador, em muitos casos, corroborou para a priorização do cumprimento das normas em detrimento à gestão eficaz de projetos, fator que se repete em diversos agentes do setor elétrico. Constatou-se também que os casos de maior sucesso da CEMIG no Programa de PD&I da ANEEL compartilhavam a característica de abordar uma necessidade de solução de problemas relevantes da empresa, obtendo assim maior engajamento das lideranças e do corpo técnico. Foram identificadas dificuldades, tais como: conciliação do projeto de PD&I com a rotina de trabalho; burocracia excessiva e necessidade de melhor preparação prévia dos gerentes de projeto em relação aos procedimentos do Programa ANEEL. Percebeu-se também a necessidade de melhor capacitar as pessoas que não estão formalmente listadas nos projetos de PD&I, mas que pelas suas atribuições dentro da empresa desempenham papéis cruciais nos projetos. O estudo de caso revelou que, apesar de a CEMIG se destacar positivamente em relação a outros agentes do setor elétrico em termos de quantidade de patentes, projetos e investimentos no Programa de PD&I da ANEEL,

os projetos realizados dentro desse programa podem ter um melhor aproveitamento prático. Essa pesquisa pretende contribuir para maior maturidade e aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas no programa da ANEEL, resultando em ganhos como qualidade de serviço, segurança, racionalização de recursos e sustentabilidade do setor. Sugere-se como estudos futuros a ampliação do estudo com o envolvimento de outros gerentes de PD&I da ANEEL na Cemig; a ampliação da aplicação dessa pesquisa para outras empresas participantes dos projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação da ANEEL e verificar o impacto do novo PD&I, o qual está no seu primeiro ano de vigência (2024), analisando se as mudanças propostas alcançaram os resultados desejados.

Palavras-chave: pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I); setor elétrico brasileiro; inovação tecnológica; CEMIG; ANEEL.

ABSTRACT

Law No. 9,991/2000 establishes minimum percentages of Net Operating Revenue to be compulsorily invested in technological innovation by concessionaires, permit holders, and authorized companies in the Brazilian electrical sector. This provides companies with relative budgetary predictability allocated to the ANEEL program of research, development, and innovation (RD&I). Despite this, the sector faces challenges in practically applying developed technologies. Therefore, analyses were conducted based on a qualitative and quantitative approach, focused on the specific case of Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) and including an analysis of existing RD&I management models, literature review, documentary research, and interviews with key participants in CEMIG's RD&I projects. This research aims to better understand the challenges and opportunities in managing ANEEL's innovation projects. For this purpose, factors hindering electrical sector companies from delivering more robust results were mapped, intellectual property of the researched company was assessed, and common factors were identified, considering successful ANEEL RD&I cases executed by CEMIG. It was observed that the legal obligation to comply with ANEEL's RD&I program regulations and meet the regulator's complex control mechanisms often led to prioritizing compliance over effective project management; a factor repeated in various agents of the electrical sector. It was also noted that CEMIG's most successful cases in the ANEEL RD&I Program shared the characteristic of addressing a relevant problem-solving need within the company, thus gaining greater engagement from leadership and technical staff. Challenges such as reconciling the RD&I project with work routines, excessive bureaucracy, and the need for better preparation of project managers regarding ANEEL Program procedures were identified. There was also a perceived need to better train individuals who are not formally listed in RD&I projects but play crucial roles within the company. The case study revealed that, despite CEMIG's positive standing compared to other players in the electrical sector in terms of patents, projects, and investments in the ANEEL RD&I Program, projects within this program have low practical utilization. This research aims to contribute to the greater maturity and applicability of technologies developed in the ANEEL program, resulting in gains such as service quality, safety, resource rationalization, and sector sustainability. Future studies are suggested to expand the research by involving other ANEEL RD&I managers at CEMIG, applying this research

to other companies participating in ANEEL's Research, Development, and Innovation projects, and assessing the impact of the new RD&I, which is in its first year of operation (2024), analyzing whether the proposed changes have achieved the desired results.

Keywords: Research, Development and Innovation (RD&I); Brazilian electricity sector; technological innovation; CEMIG; ANEEL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da inovação - identificação das oportunidades de melhoria ou soluções para problemas	30
Figura 2. Ilustração do modelo linear de inovação	33
Figura 3. Modelo de inovação elo da Cadeia	34
Figura 4. Modelo de inovação Tríplice Hélice	34
Figura 5. Modelo de inovação sistêmica	36
Figura 6. Modelo de Inovação Aberta.....	38
Figura 7. Capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil	52
Figura 8. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento	62
Figura 9. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação.....	65
Figura 10. Modelo conceitual de inovação aberta e sua relação com a escala TRL	67
Figura 11. Empresas que mais publicam em parceria com universidades	76
Figura 12. Registros de marcas vigentes (CEMIG e empresas Coligadas).....	80
Figura 13. Número de softwares registrados por empresa.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. 10 maiores distribuidoras de Energia Elétrica atuantes no Brasil	53
Tabela 2. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, entre 2023 até 2025, por segmento (D, G e T)	56
Tabela 3. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência e Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, a partir de 2026, por segmento (D, G e T)	57
Tabela 4. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento	61
Tabela 5. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação.....	66
Tabela 6. Comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em diversos países.	74
Tabela 7. Número de patentes por empresa do setor elétrico	82
Tabela 8. Número de patentes de empresas de vários setores.....	83
Tabela 9. Valores de Custo total de projetos de PD&I ANEEL auditados pela ANEEL por ano. Não contempla projetos em curso, atrasados ou em processo de auditoria	85
Tabela 10. Perfis dos entrevistados.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese da metodologia de pesquisa.....	26
Quadro 2. Relação entre Grau de maturidades TRL e fases de classificação da Cadeia de Inovação.....	69
Quadro 3. Principais tecnologias categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP)	73
Quadro 4. Cenário dos projetos PD&I	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BIRPI	<i>Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Intellectuelle</i>
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CUP	Convenção da União de Paris
DPI	Direitos de Propriedade Intelectual
FHC	Fernando Henrique Cardoso, presidente do Brasil de 1995 até 2002
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GATT	<i>General Agreement on Tariffs and Trade</i>
GRU	Guia de Recolhimento da União
ICT	Instituições Científicas e Tecnológicas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LPI	Lei da Propriedade Industrial - Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996
MME	Ministério de Minas e Energia

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PCH	Pequena Central Hidrelétricas - Esses empreendimentos têm, obrigatoriamente, entre 5 e 30 megawatts (MW) de potência e devem ter menos de 13 km ² de área de reservatório
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i>
PEQuI	Plano Estratégico Quinquenal
PINSE	Plataforma de Inovação do Setor Elétrico
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPD&I	Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
ROL	Receita Operacional Líquida
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SSI	Sistema Setorial de Inovação
TCU	Tribunal de Contas da União
URA	Unidade de Resposta Audível

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Justificativa e relevância do estudo	18
1.2. Pergunta de pesquisa	19
1.3. Objetivo geral.....	19
1.4. Objetivos específicos	19
2. METODOLOGIA	21
2.1. Coleta de dados e amostra.....	24
2.2. Tratamento e análise de dados	26
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
3.1. Inovação tecnológica	28
3.2. Modelos de inovação	31
3.3. Propriedade intelectual	39
4. PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	50
4.1. Programa de Pesquisa de Desenvolvimento e Inovação da ANEEL	54
4.1.1. Nível de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão em TRL	64
4.1.2. <i>Startups</i>	70
4.2. Avaliações da ANEEL dos projetos PD&I	71
4.3. Análise de patentes no setor elétrico brasileiro	73
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS - O CASO CEMIG	78
5.1. Questões orientativas das entrevistas	86
5.2. Perfil dos entrevistados.....	86
5.3. Consolidação dos resultados	87
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
6.1 Contribuições da pesquisa	98
6.2 Limitações da pesquisa e estudos futuros	99

REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS GESTORES da CEMIG DE PROJETOS DE PD&I ANEEL	109

1. INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), definiu percentuais mínimos para investimentos em programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) a serem realizados por empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro, com exceção daquelas que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares (BRASIL, 2000).

Anualmente, as empresas do setor elétrico submetem ao órgão regulador do setor, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), um ou mais projetos de PD&I, contendo as metas físicas e financeiras para cada ciclo, conforme definido pelo Manual de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológicos do Setor Elétrico Brasileiro (ANEEL, 2008).

Desta forma, através de força de lei e da regulamentação e fiscalização da ANEEL, as empresas do setor elétrico têm um orçamento mínimo garantido para PD&I, com relativa previsibilidade e obrigatoriedade de execução. As empresas de Geração, Transmissão e Distribuição de energia elétrica devem investir no mínimo 1% de sua receita operacional líquida em atividades de pesquisa e desenvolvimento (PD&I) e eficiência energética. A legislação determina que 0,75% das receitas sejam direcionadas a projetos de PD&I e 0,25% a programas de eficiência energética, sendo a ANEEL responsável por promover o desenvolvimento tecnológico e de pesquisa por meio das empresas reguladas no setor elétrico (ANEEL, 2024).

A despeito disso, o setor vivencia desafios para a aplicação prática da tecnologia, fazendo com que soluções desenvolvidas não sejam aplicadas no mercado ou mesmo na própria empresa desenvolvedora. Apenas cerca de 10% dos projetos desenvolvidos entre 2008 e 2020 chegaram às últimas fases da cadeia de inovação e foram aplicados efetivamente na indústria. A maioria dos projetos nesse período é composta por "estudos de prateleira", que permanecem apenas no papel sem gerar resultados práticos significativos ou mostram pouco progresso além da pesquisa básica e experimental (MONTENEGRO, 2021). Segundo Lima, Rovere e Santos (2018), o Programa de PD&I da ANEEL não está atingindo seu principal objetivo, com

uma baixa taxa de introdução de inovações no mercado. Estes autores constataram que o Programa tem se concentrado apenas em pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas específicas e limitadas aos seus criadores, em vez de promover a inovação de forma abrangente.

Neste sentido, Schappo *et al.* (2021) concluíram que as empresas de energia do setor elétrico brasileiro não demonstram interesse em investir em PD&I devido às condições desfavoráveis de retorno do capital investido.

Diante deste cenário, torna-se oportuno compreender os principais gargalos e fatores facilitadores que permeiam a aplicação prática da tecnologia desenvolvida por meio do PD&I ANEEL, considerando-se o estudo de caso da CEMIG. Com isso pretende-se analisar ações que possam facilitar a aplicabilidade da propriedade intelectual gerada pelo Setor Elétrico Brasileiro, de modo que ela possa ser efetivamente disseminada e empregada em larga escala.

1.1. Justificativa e relevância do estudo

Ao analisar os principais desafios na gestão do programa de inovação da ANEEL, este estudo pode auxiliar os gestores a tomarem decisões embasadas para novos projetos, promovendo uma reflexão mais fundamentada e estratégica. Isso pode contribuir para otimizar a aplicação do dinheiro público no programa de inovação da ANEEL. Além disso, investimentos mais qualificados em inovação podem resultar em um maior desenvolvimento social e econômico do país, conforme destacado por Cassiolato e Podcameni (2016), que enfatizam a inovação como um catalisador econômico que requer políticas governamentais eficientes.

A presente pesquisa visa melhor compreender os desafios e oportunidades na gestão dos projetos de inovação da ANEEL. Com isso pretende-se contribuir para uma maior maturidade e aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas no programa da ANEEL e sua inserção no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), resultando em ganhos como qualidade de serviço, segurança, racionalização de recursos e sustentabilidade do setor.

A relevância deste trabalho também se deve ao fato de o tema ser ainda pouco explorado na literatura, sobretudo de maneira aplicada, considerando-se estudos de caso envolvendo atores relevantes do Setor Elétrico Brasileiro.

1.2. Pergunta de pesquisa

Os produtos e processos resultantes dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da ANEEL não alcançam maturidade avançada e são ainda pouco aproveitados pelo Setor Elétrico Brasileiro?

1.3. Objetivo geral

Compreender os motivos pelos quais os produtos e processos podem não ser plenamente aproveitados, apesar do orçamento garantido e obrigatório do programa de PD&I da ANEEL.

1.4. Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Levantar o quantitativo de propriedade intelectual (patentes) da empresa pesquisada.
- Mapear os fatores que impedem as empresas do setor elétrico de entregarem resultados mais robustos considerando-se o capital financeiro e os recursos humanos disponíveis para suas atividades de PD&I.
- Identificar se existem fatores comuns, considerando-se os casos de sucesso.
- Identificar as barreiras a serem vencidas para que o acervo de propriedade intelectual das Distribuidoras se transforme em fonte de renda e diferencial competitivo.

Para responder à pergunta de pesquisa é proposto um estudo de caso da CEMIG Distribuição, através de uma avaliação das patentes e demais Propriedades Intelectuais da empresa, do retorno que elas proporcionaram até agora, buscando-se elucidar o fato de que uma parte significativa dessa Propriedade Intelectual ainda não tem aplicação prática.

Em complemento a este **Capítulo 1**, de introdução, a presente dissertação está organizada da forma descrita na sequência.

No **Capítulo 2** é descrita a metodologia empregada na pesquisa.

No **Capítulo 3** é abordado o referencial teórico adotado, incluindo conceitos e modelos de inovação. As inovações mapeadas no estudo de caso da CEMIG Distribuição são avaliadas a partir deste referencial teórico. Também é abordada a importância da propriedade intelectual (PI) e os vários meios utilizados para protegê-la.

No **Capítulo 4** é apresentado um panorama geral do grau de maturidade da propriedade intelectual do setor elétrico e as principais peculiaridades das inovações em distribuidoras de energia elétrica, como, por exemplo, o ambiente fortemente regulado, incentivos legais, o equilíbrio entre riscos da inovação e cumprimento de metas regulatórias da ANEEL.

No **Capítulo 5** é abordado o caso da CEMIG Distribuição, trazendo a visão geral da empresa, indicadores de investimentos em PD&I da ANEEL, além de quantitativos de propriedade intelectual. São discutidos os impactos da inovação tecnológica na CEMIG e como a empresa tem se beneficiado das suas inovações em PD&I. Além disso, é abordado o problema objeto do estudo. São analisadas as entrevistas com os atores da CEMIG diretamente ligados ao PD&I da ANEEL. E são discutidos os pontos fortes e desafios da inovação tecnológica no âmbito da CEMIG.

No **Capítulo 6** são discutidos os principais resultados do presente estudo, incluindo considerações finais e conclusões. As referências bibliográficas e um apêndice se encontram no final do trabalho.

2. METODOLOGIA

Este capítulo aborda o método e as técnicas adotados para responder ao questionamento da pesquisa: os produtos e processos resultantes dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da ANEEL não alcançam maturidade avançada e são ainda pouco aproveitados pelo Setor Elétrico Brasileiro?

De acordo com Lakatos (2021), técnica é a aplicação de métodos e processos em uma área específica, como ciência ou arte. Envolve a habilidade de utilizar esses métodos na prática, sendo fundamental para alcançar os objetivos de qualquer área de conhecimento. De acordo com a autora, o pesquisador utiliza teorias prévias para planejar meticulosamente o método, definir problema e hipóteses, registrar dados sistematicamente e analisá-los com precisão. Portanto, considerando o referencial teórico, optou-se pela metodologia apresentada.

O objetivo de pesquisas descritivas é desenvolver e esclarecer conceitos, além de modificar ideias para formular problemas mais precisos ou hipóteses para estudos futuros (GIL, 2008). A abordagem teórica se baseia numa revisão de literatura e busca mapear os aspectos importantes a serem investigados. Assim, quanto à natureza desta pesquisa, ela é classificada como descritiva e aplicada, lançando mão das técnicas de pesquisa documental e bibliográfica para melhor compreensão do cenário do tema pesquisado (LAKATOS, 2021). Segundo Flick, Costa e Caregnato (2009), a principal característica da pesquisa aplicada é o desenvolvimento ou testagem de teorias em campos práticos e o objetivo principal se materializa nas declarações referentes a um campo específico.

Para atender aos objetivos deste trabalho definiu-se por realizar um estudo de caso de gestão de propriedade intelectual da Companhia Energética de Minas Gerais, sobretudo no que se refere ao programa de PD&I da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é caracterizado, entre outros aspectos, pelo foco em fenômenos contemporâneos e pelo interesse no aprofundamento dos conhecimentos do pesquisador sobre os eventos, podendo envolver um único caso ou múltiplos casos.

Um trabalho científico começa com a escolha do tema de pesquisa, seguida pela definição do método a ser usado (CRESWELL; CRESWELL, 2018). O primeiro passo é desenvolver um referencial teórico que explique os principais conceitos e suas relações, por meio de pesquisa bibliográfica (GHAURI; GRONHAUG, 2010; VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). A construção deste referencial envolve varreduras horizontal e vertical da literatura (FLEURY, 2010). A varredura horizontal é uma busca ampla, motivada pelas primeiras ideias. Já a varredura vertical é uma busca direcionada ao objetivo definido, visando analisar criticamente a teoria relacionada ao problema de pesquisa (FLEURY, 2010).

A elaboração do referencial teórico envolveu consultas a publicações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e à base de dados Scopus. Esta é reconhecida como uma das principais bases de dados de documentos científicos de referência (DUDZIAK, 2015). O acesso a essa base é restrito, mas é disponibilizado gratuitamente para a comunidade acadêmica da UFMG por meio do Portal de Periódicos da CAPES.

Para obtenção de informações do campo de interesse foi empregada a pesquisa documental. Nesta, os dados são coletados de documentos, sejam eles escritos ou não (LAKATOS, 2021). O presente trabalho utiliza fontes primárias, aquelas em que as informações são obtidas dos documentos, mas também fontes secundárias, ou seja, derivadas de trabalhos de análises feitas em relação aos documentos primários (LAKATOS, 2021).

Também foi analisada a legislação e normas vigentes de setor elétrico. Além disso, foram feitas consultas às publicações técnicas. Por exemplo, às revistas de PD&I da ANEEL e o Manual de Oslo, um documento internacional criado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em conjunto o Escritório de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT), responsável por publicar estatísticas e indicadores de alta qualidade em toda a Europa.

A coleta de dados quantitativos inclui o número de patentes, valores investidos em inovação, posicionamento da propriedade intelectual do Brasil e da CEMIG

comparado a outros atores do ecossistema. A coleta de dados qualitativos, por sua vez, busca situar a organização da área de inovação na estrutura da empresa.

Os sites da CEMIG e de outras empresas do setor foram consultados para entender o contexto organizacional e apoiar outros aspectos da pesquisa. Para obter informações sobre as patentes, foi realizada uma pesquisa documental na base de dados do INPI e *PatentScope*, a fim de identificar o número de depósitos de propriedade intelectual realizados pela CEMIG.

Embora a propriedade intelectual inclua diversos elementos como direitos autorais, marcas registradas e segredos industriais, este estudo se concentrou nas patentes, pois são um indicador crucial para medir a inovação, conforme definido pelo Manual de Oslo. Além disso, a patente é um dos indicadores amplamente utilizados em *rankings* e pesquisas sobre inovação, como o PINTEC e o Índice Global de Inovação (DUTTA; LANVIN; WUNSCH-VINCENT, 2023).

O número de patentes é um indicador significativo que permite avaliar a capacidade inovadora de uma organização. Neste sentido, Machado (2004) diferencia pesquisa científica de pesquisa tecnológica, descrevendo a última como aquela que atende às necessidades do mercado, resultando em patentes com valor econômico. A autora também sugere que a pesquisa tecnológica se beneficia do conhecimento existente, não necessariamente da produção científica local Machado (2004).

Nesse sentido, esta dissertação é resultado de uma pesquisa científica que analisa principalmente a pesquisa tecnológica, representada aqui pelas patentes, produtos e serviços provenientes de projetos de PD&I do setor elétrico brasileiro.

Quanto à abordagem, a pesquisa é mista, combinando de forma complementar as abordagens qualitativa e quantitativa (TRIVIÑOS, 1987). Este estudo de caso tem ênfase no caráter qualitativo, visando coletar mais informações e destacar os diversos aspectos do fenômeno investigado (SOUZA; KERBAUY, 2017). Neste caso, as técnicas qualitativas são as que permitem maior profundidade nos dados levantados anteriormente (Flick, Costa e Caregnato, 2009).

A ênfase na abordagem qualitativa se deve ao foco na investigação da subjetividade, não na quantificação dos eventos. Conforme Triviños (1987) e Flick, Costa e Caregnato (2009), a pesquisa qualitativa não segue uma sequência tão rígida quanto a pesquisa quantitativa, mas não dispensa o planejamento, exigindo novas buscas durante a interpretação dos dados. Flick, Costa e Caregnato (2009) explicam que os métodos qualitativos incorporam a subjetividade tanto do pesquisador quanto dos sujeitos estudados, considerando suas impressões, sentimentos e observações como dados válidos.

Ressaltando que, de acordo com Lakatos (2021), as pesquisas qualitativas descritivas são estudos empíricos que visam descrever características de fatos ou fenômenos, avaliar programas ou isolar variáveis principais. Podem usar métodos formais similares a experimentos, com precisão e controles estatísticos, para verificar hipóteses. Utilizam técnicas qualitativas, como entrevistas e questionários, para coletar dados sobre populações ou amostras, empregando procedimentos de amostragem (Flick, Costa e Caregnato, 2009; Lakatos, 2021).

2.1. Coleta de dados e amostra

No presente estudo não houve a preocupação em se obter uma amostra estatisticamente significativa, daí o seu caráter mais qualitativo do que quantitativo (FLICK; COSTA; CAREGNATO, 2009). Esta é uma de suas limitações, que apesar de realizar uma análise detalhada, não estabelece comparações com outras organizações do Setor Elétrico Brasileiro.

O levantamento de dados se deu através da análise de banco de dados públicos do órgão regulador (ANEEL), de banco de dados de patentes, como por exemplo o *Patentscope* (plataforma online fornecida pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) que permite acesso gratuito a informações sobre patentes de todo o mundo) e o banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O foco da pesquisa é a CEMIG Distribuição, a maior Distribuidora de energia elétrica do Brasil. Yin (2015) aponta seis fontes possíveis para a coleta de evidências em estudos de caso. Cada uma delas demanda do pesquisador habilidades e

procedimentos metodológicos específicos para sua abordagem. Neste estudo de caso, utilizou-se de três dessas técnicas, visando obter os dados necessários para a pesquisa:

- Documentos
- Registros em arquivos
- Entrevistas

Segundo Yin (2015), é crucial que o estudo de caso mantenha um nível adequado de qualidade e confiabilidade. Para tanto, o pesquisador deve ater a alguns princípios durante a coleta de dados, tais como:

- Consistência entre as evidências de múltiplas fontes sobre o mesmo conjunto de fatos observados.
- Armazenamento das evidências em um banco de dados dedicado.
- Correlação entre os questionamentos, os dados obtidos e as conclusões finais.

Como instrumento para coleta de dados qualitativos, recorreu-se às entrevistas semiestruturadas. Segundo Gil (2008), elas constituem o método apropriado para coletar dados sobre como os indivíduos percebem eventos. Flick, Costa e Caregnato (2009) complementam que as entrevistas semiestruturadas têm sido muito utilizadas por serem técnicas propícias para a expressão dos pontos de vista dos indivíduos, em contraponto aos questionários. A partir do referencial teórico, elaborou-se o roteiro de entrevista, apresentado no Apêndice A.

As pessoas escolhidas como entrevistados devem ter algum conhecimento sobre o tópico estudado (Flick, Costa e Caregnato, 2009). Com isso, a seleção da amostra foi deliberadamente intencional, baseada na acessibilidade, uma vez que os participantes convidados estão diretamente envolvidos no tema em questão. Todos eles têm larga

experiência na execução e gestão de projetos de PD&I da CEMIG (FLICK; COSTA; CAREGNATO, 2009).

2.2. Tratamento e análise de dados

A metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2015) foi empregada para as questões qualitativas. Esta técnica consiste em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Neste sentido, a organização dos resultados obtidos na pesquisa, analisados separadamente, foi realizada de acordo com as controvérsias levantadas, buscando-se observar os princípios já citados de consistência entre as evidências de múltiplas fontes sobre o mesmo conjunto de fatos observados e entre os questionamentos, os dados obtidos e as conclusões finais.

No Quadro 1 é apresentada a síntese da metodologia de pesquisa adotada neste trabalho.

Quadro 1. Síntese da metodologia de pesquisa

Aspecto	Descrição	
Quanto à natureza	Descritiva e aplicada	
Estratégia	Estudo de caso – Cemig	
Abordagem	Mista – qualitativa e quantitativa	
Técnica de pesquisa	Documental e Bibliográfica	Entrevista semiestruturada
Levantamento e coleta de dados	Banco de dados da Aneel, Legislações, base de dados de patentes como Patentscope e INPI, base de dados acadêmica como Scopus, sites e documentos de empresas do setor.	Entrevistas seguindo um roteiro orientativo

Registro e sistematização dos dados

- Leitura e seleção de fragmentos
- Planilhas de Excel

- Anotações e gravações
- Planilhas de Excel

Análise dos dados

Análise de conteúdo

Análise estatística

Fonte: autoria própria (2024)

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo constitui uma breve revisão da literatura e objetiva apresentar conceitos de inovação e propriedade intelectual, sem a pretensão de esgotar o tema. É importante destacar que o termo inovação é muito amplo, sendo comuns abordagens como inovação tecnológica, inovação social, inovação organizacional, inovação de modelo de negócios, inovação de *marketing*, entre outros. Esta dissertação se restringe à inovação tecnológica, envolvendo produto, processo e/ou serviço.

3.1. Inovação tecnológica

De acordo com Freeman e Soete (2010), a inovação tecnológica pode ser definida como um processo que envolve a concepção, desenvolvimento e implementação de novos produtos, serviços ou processos baseados em avanços científicos e tecnológicos. Essa forma de inovação está intimamente ligada à aplicação prática do conhecimento científico e/ou tecnológico visando melhorar a eficiência, a qualidade, a produtividade ou, ainda, criar oportunidades de mercado. A inovação tecnológica pode resultar em melhorias significativas na competitividade de empresas e setores econômicos, além de promover avanços sociais e melhorias no bem-estar da sociedade como um todo.

Segundo Dziallas e Blind (2019), a distinção fundamental entre inovação e invenção tecnológica reside na introdução de um produto no mercado. Enquanto uma invenção tecnológica refere-se à criação de algo novo, a inovação ocorre quando essa invenção é efetivamente lançada no mercado e adotada pelos usuários finais, gerando valor econômico e social.

A adoção de uma inovação por usuários acaba impactando a sociedade. Conforme destacado por Higachi (2009), todas as tecnologias, independentemente de sua magnitude e características distintas, alteram a maneira como os seres humanos interagem entre si e com o seu entorno. Nenhuma tecnologia pode ser considerada neutra no que tange ao seu potencial poder econômico e social.

Neste referencial, a inovação é tida como um processo dinâmico de contínua substituição. Assim como uma inovação surge para suplantá-la, algo tido como padrão, ao longo do tempo ela mesma se tornará obsoleta e será substituída por uma inovação mais adequada (SCHUMPETER, 1934). Essa perspectiva de Schumpeter (1934) desafiou a ideia de ciclicidade na economia, destacando a inovação como um elemento-chave para o dinamismo no desenvolvimento econômico. Nesta abordagem, o processo de desenvolvimento não se baseia apenas nos recursos disponíveis em um país, mas na combinação inovadora desses recursos (terra, população, capital, poupança etc.), que leva à destruição de paradigmas e estruturas antigas, gerando algo novo que altera as estruturas econômicas de uma época, para então ser substituído por algo inovador em seguida (OLIVEIRA, 2014).

Quando o ciclo da inovação é concluído, todos saem ganhando: a empresa que investe e busca retorno financeiro, o consumidor que deseja novos produtos ou serviços e o país que alcança resultados econômicos mais satisfatórios. Nesse sentido, a capacidade das empresas de se diferenciar e inovar torna-se essencial, não apenas por meio do desenvolvimento de novos produtos, mas também pela diversificação, diferenciação e atendimento das necessidades coletivas e individuais (ALVAREZ, 2010).

Uma vez esclarecida a distinção entre invenção e inovação, e, sendo claro o impacto para a sociedade de qualquer inovação, é desejável entender os papéis dos atores envolvidos em um ecossistema inovador. Um dos atores são os empresários, já que a inovação precisa de um produto voltado para o mercado. Para Schumpeter (1934), a empresa desempenha um papel central no processo de inovação, pois a inovação é intrínseca à sua natureza. De acordo com sua obra "Teoria do Desenvolvimento Econômico" de 1934, os empresários ocupam uma posição de liderança no capitalismo devido às suas inovações. Por um lado, eles abrem novos caminhos, e por outro lado, atraem numerosos imitadores. Dessa forma, de maneira simplificada, pode-se considerar as etapas da inovação conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1. Etapas da inovação - identificação das oportunidades de melhoria ou soluções para problemas



Fonte: autoria própria (2024)

Assim, é crucial que as empresas avaliem as oportunidades mercadológicas e tecnológicas antes de definir onde inovar, uma vez que a inovação envolve riscos e as organizações não podem assumir riscos ilimitados. Além disso, o processo de inovação deve estar alinhado com a estratégia de negócio da organização, levando em consideração suas competências mercadológicas e tecnológicas (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005).

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2005), o conhecimento não precisa necessariamente residir dentro da organização, podendo ela ter acesso a competências em outros ambientes. No entanto, é fundamental estabelecer relacionamentos para acessar conhecimentos complementares, recursos, equipamentos, entre outros. A vantagem estratégica é alcançada ao mobilizar competências tanto internas quanto externas à empresa.

Conforme definido pelo Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a inovação abrange atividades e resultados relacionados à empresa. É considerada inovação qualquer produto ou processo inovador ou aprimorado, que difere significativamente dos anteriores e é disponibilizado ou utilizado pelos usuários em potencial. As atividades de inovação das empresas englobam o desenvolvimento, aspectos financeiros e comerciais realizados pela empresa, visando obter inovação. No contexto empresarial, uma inovação de negócios refere-se a um produto ou processo de negócios novo ou aprimorado, que difere significativamente dos produtos ou processos de negócios anteriores e é introduzido no mercado ou usado pela empresa (OCDE, 2018).

A inovação incremental é considerada como aquela que existe no mercado atual e em vez de criar redes de valor novas, sua abordagem melhora e expande as já existentes para atender às necessidades de um grupo específico. As inovações disruptivas têm

o potencial de criar redes de valor, tanto em mercados já estabelecidos quanto em mercados completamente novos, tendo grande impacto no mercado (CHRISTENSEN, 2019). A inovação radical é semelhante à disruptiva, pois introduz um novo modelo de negócio junto com uma tecnologia revolucionária. No entanto, seu impacto inicial no mercado é baixo, apesar da novidade tecnológica. Em mercados estáveis e maduros, as organizações geralmente optam pela inovação incremental. Já em ambientes voláteis, onde é necessário introduzir rapidamente novos produtos, serviços, tecnologias ou modelos organizacionais, a adoção da inovação radical ou disruptiva é crucial (MARQUES; DIAS; VIANNA, 2021).

No contexto da Lei 10.973/04, que faz parte do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCTI), a inovação é definida como:

A introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (Art. 2º, inciso IV da Lei).

Existem várias abordagens teóricas que exploram o fenômeno da inovação, como o modelo Linear, Elo da Cadeia, Tríplice Hélice, Modelo Sistêmico e Inovação Aberta. Essas abordagens visam explicar as relações estabelecidas entre diferentes setores envolvidos nos sistemas de inovação de um país, incluindo o Estado, as universidades, os centros de pesquisa e o setor industrial.

3.2. Modelos de inovação

O modelo linear de inovação, concebido após a segunda guerra mundial, propõe uma sequência unidirecional de ações, começando pela pesquisa básica, passando para a pesquisa aplicada e o desenvolvimento, e, por fim, a produção e comercialização, com uma clara separação entre as atividades das instituições de ciência e tecnologia e as empresas.

De acordo com Guimarães (2002), o modelo linear *science-pushed* apresenta limitações, pois é adequado apenas para explicar grandes avanços tecnológicos, mas não é suficiente para abordar os progressos tecnológicos incrementais que

geralmente impulsionam a competitividade. Esse modelo considera a inovação como um processo sequencial e hierárquico, no qual há uma sucessão da pesquisa fundamental para a pesquisa aplicada e, posteriormente, para o desenvolvimento do produto, produção e comercialização. No entanto, ele não leva em consideração a interação da pesquisa científica com o mercado (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

A maioria das empresas não realiza inovações radicais, mas todas têm a capacidade de realizar inovações incrementais. Essas inovações podem surgir a partir do aprendizado informal nas atividades diárias. Além disso, as inovações incrementais também podem ocorrer quando as empresas utilizam novos produtos, processos ou formas de organização desenvolvidos por terceiros, adaptando-os às suas necessidades. Essa segunda forma de inovação incremental destaca a importância da disseminação do conhecimento no processo global de inovação (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

Conforme ressaltado por Rauen e Turchi (2017), é importante não confundir inovação com uma abordagem linear que considere o desenvolvimento tecnológico ou a pesquisa científica como únicas fontes de inovação. Embora essas fontes sejam essenciais para inovações mais disruptivas, há uma variedade de outras fontes igualmente relevantes para a introdução de novos produtos e processos na economia. A concepção linear simplifica o processo de inovação ao posicionar a pesquisa científica como a única fonte de inovação e apenas no início do processo, ignorando o fato de que a inovação ocorre em um contexto que abrange aspectos culturais, históricos e econômicos específicos de um determinado local.

Desde tempos remotos, o conhecimento tecnológico tem possibilitado a existência e o desenvolvimento de diversas atividades produtivas, mesmo sem um respaldo científico direto. Isso significa que, ao contrário do que o modelo linear defende, a inovação tecnológica ocorre mesmo na ausência de uma compreensão clara dos princípios científicos fundamentais. Em relação a isso, Rosenberg (1982, p. 143) afirma: "se a raça humana tivesse ficado restrita às tecnologias que fossem compreendidas de forma científica, já teria desaparecido há muito tempo". Portanto, esse autor argumenta que é o progresso da tecnologia que impulsiona o

desenvolvimento da própria ciência, levando-a a elaborar modelos que sistematizem e compreendam o conhecimento tecnológico existente.

Nesse contexto, Rosenberg (1982, p. 142) menciona o caso em que Pasteur desenvolveu a ciência bacteriológica a partir de suas tentativas de solucionar os problemas de fermentação e deterioração na indústria vinícola francesa. É comum que, mesmo quando a ciência está à frente da tecnologia, a demonstração de que um novo conhecimento pode ser aplicado com êxito comercialmente impulsiona a mobilização dos recursos necessários para o desenvolvimento da ciência.

Figura 2. Ilustração do modelo linear de inovação



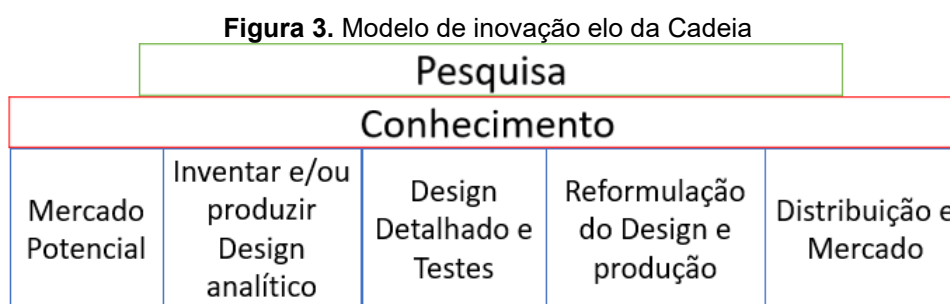
Fonte: autoria própria (2024)

Em virtude das limitações do modelo linear, novos modelos foram propostos. Dentre eles, Elo da Cadeia (*chain linked model*), o modelo Tríplice Hélice, o modelo Sistêmico de Inovação, e a inovação aberta, que serão abordados a seguir.

O modelo Elo da Cadeia, proposto por Kline e Rosenberg (1986) no estudo "*An Overview of Innovation*", destaca a empresa como protagonista do processo inovador. Neste modelo, a empresa desempenha ações interdependentes e mutuamente alimentadoras tanto internamente quanto em sua relação com outros agentes da cadeia, como ICTs, fornecedores e consumidores finais. O modelo também leva em conta os efeitos de retroalimentação e reconhece a contribuição contínua da pesquisa universitária ao longo de todo o processo, não apenas no início.

Neste modelo, para atendimento das demandas são necessários conhecimentos científicos e tecnológicos. O projeto só é implementado se houver possibilidade real de sucesso comercial (MAZZUCATO, 2013).

Embora seja um avanço significativo em relação ao modelo linear, o modelo Elo da Cadeia tem limitações, pois se concentra apenas nos atores envolvidos diretamente na cadeia de inovação de uma empresa específica. Esta abordagem leva em consideração todo um contexto e promove a compreensão de um sistema nacional de inovação.

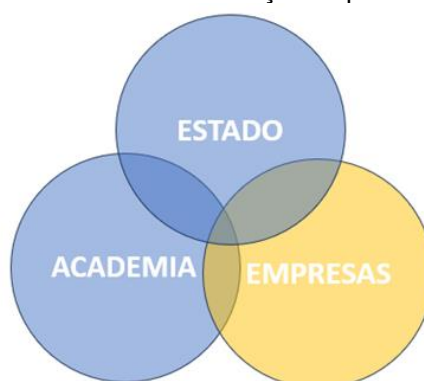


Fonte: adaptado de Kline e Rosemberg (1986)

Essa abordagem foi superada pelos modelos sistêmico, tríplice hélice e de inovação aberta.

Avançando na discussão, Etzkowitz (2003) introduziu o conceito da Tríplice Hélice. Ele argumentou que, enquanto a dupla hélice explicava o modelo do DNA, a sociedade é mais complexa e exige a compreensão da interação entre três hélices, empresa-governo-universidade. O regime da Tríplice Hélice tem início quando a universidade, a indústria e o governo estabelecem um relacionamento mútuo, buscando melhorar o desempenho uns dos outros (ETZKOWITZ, 2003).

Figura 4. Modelo de inovação Tríplice Hélice



Fonte: autoria própria (2024)

O modelo da Tríplice Hélice propõe que a interação entre universidade, indústria e governo seja a chave para fomentar a inovação e construir uma sociedade fundamentada no conhecimento. Nesse modelo, a indústria/empresas desempenha o papel de local de produção, o governo/Estado é responsável pelas relações contratuais que asseguram a estabilidade das interações e as universidades/Academia são a fonte de conhecimento e tecnologia, essenciais para impulsionar as economias baseadas no conhecimento (ETZKOWITZ, 2003). A Tríplice Hélice destaca o papel dessas relações na promoção da inovação.

Recentemente, tem havido discussões em torno da inclusão de outras dimensões na abordagem da Tríplice Hélice, como a Quíntupla Hélice, a qual considera também o papel da sociedade e do meio ambiente, sendo a sociedade influenciada pela mídia, cultura e valores. No âmbito do meio ambiente, são analisados aspectos como o desenvolvimento sustentável e a ecologia social. Esse modelo busca um equilíbrio entre o progresso da sociedade e da economia, visando à continuidade do avanço das civilizações (MINEIRO *et al.*, 2018).

Dentre os diversos modelos de inovação tecnológica, destaca-se também a Inovação Sistêmica. Segundo Edquist (1997), os sistemas de inovação (SI) envolvem diversos fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais e outros que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações. Esses sistemas podem abranger níveis supranacionais, nacionais, regionais, setoriais ou sistemas tecnológicos de inovação. O conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) é frequentemente discutido e refere-se a uma parte específica da realidade dos SI.

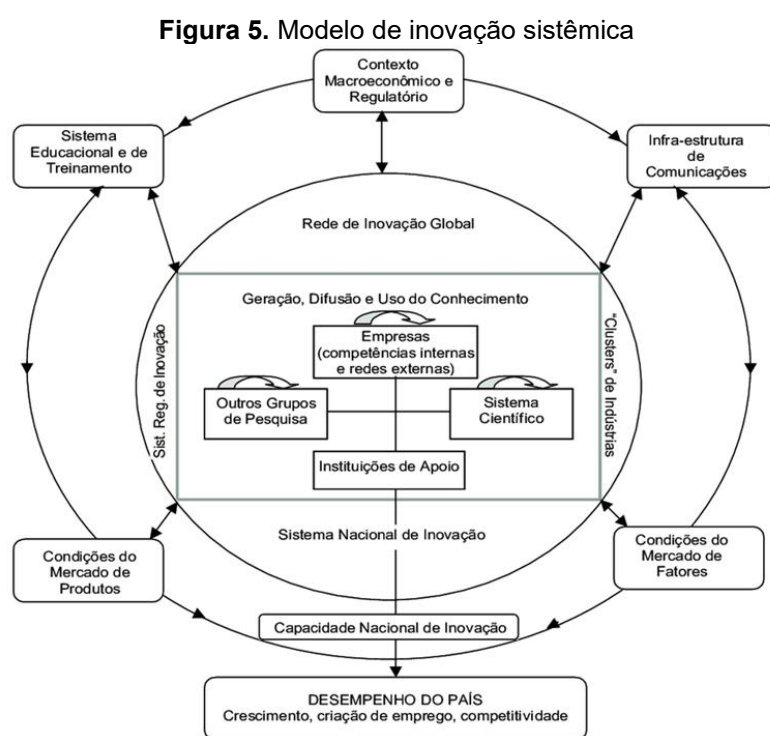
A proposta da abordagem sistêmica surge quando há a compreensão de que o processo de inovação não é um processo linear que envolva interações apenas entre organizações, mas também entre essas organizações e as demais instituições. A abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) destaca principalmente o fato de que o contexto institucional, a cultura e a história dos países e regiões desempenham um papel crucial nos processos de inovação. As instituições influenciam e moldam o comportamento de indivíduos e organizações, assim como as interações estabelecidas entre eles. Como a inovação é um processo interativo, ela depende crucialmente do contexto institucional. Muitas vezes, é o contexto

institucional que explica por que países com estruturas produtivas semelhantes têm desempenhos inovadores distintos (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005).

Geralmente cinco grupos principais estão presentes nos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI): (i) empresas; (ii) Instituições de Ensino e Pesquisa; (iii) instituições de apoio tecnológico, como centro de transferência de tecnologia, parques tecnológicos e incubadoras; (iv) sistema financeiro; e (v) instituições públicas como Ministérios de Estado e agencias estatais (SIMÕES, 2003).

No decorrer dos anos, a inovação tem sido analisada de várias maneiras. Em um mundo cada vez mais competitivo e globalizado, a abordagem colaborativa da inovação tem se destacado. Empresas de todos os tamanhos trabalham juntas em busca de conhecimento e recursos complementares, visando promover a inovação contínua e obter vantagens competitivas (CHENG; HUIZINGH, 2014; WEST; BOGERS, 2014).

Na Figura 5 é apresentado o modelo de inovação sistêmica proposto pela OCDE, demonstrando a interligação dos diversos fatores tendo em vista o desenvolvimento do país.



Este modelo evidencia a complexidade das relações entre os vários atores envolvidos nos processos de inovação.

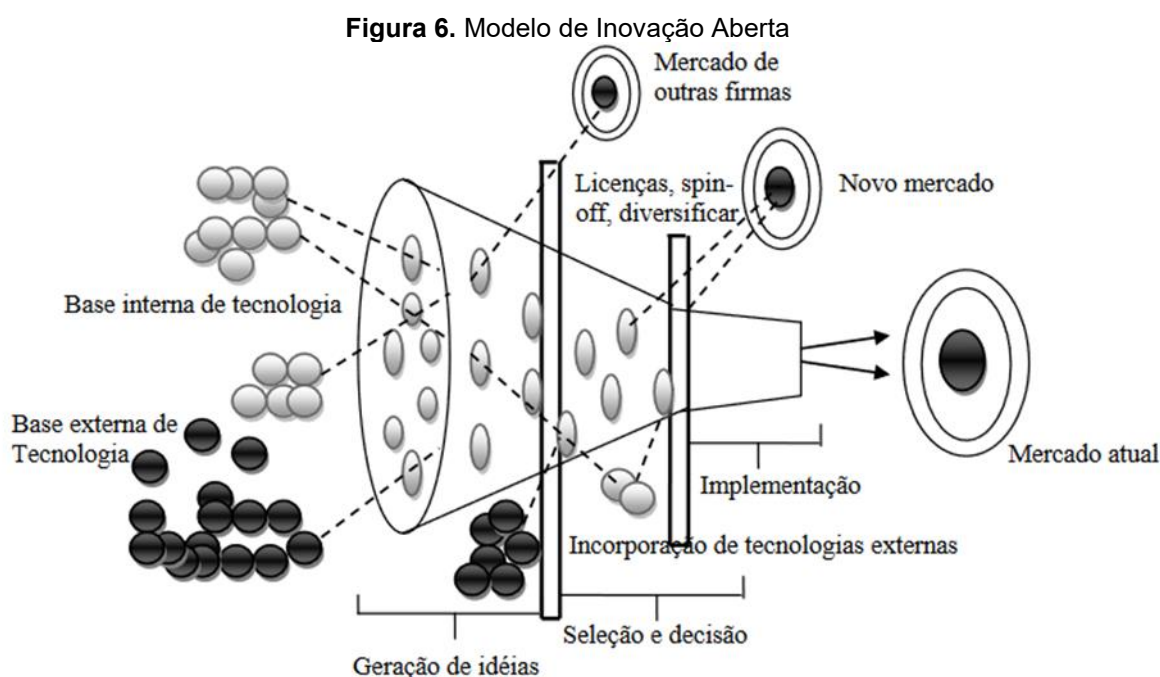
A crescente necessidade de inovação e a pressão para reduzir o tempo de lançamento de produtos no mercado têm levado as organizações a adotar os princípios do modelo de inovação aberta. Embora as raízes da inovação aberta sejam históricas, o conceito de buscar conscientemente recursos externos para complementar os processos internos e aproveitar oportunidades de mercado internas é mais recente, sendo consolidado quando o termo "inovação aberta" foi criado (HUIZINGH, 2011).

A inovação aberta não é uma ideia completamente nova. Cohen e Levinthal (1990) já discutiam o conceito de capacidade de absorção, que se refere à capacidade das empresas de reconhecer, assimilar e aplicar informações adquiridas externamente em produtos comercializáveis com alto valor agregado. Outros autores também exploram diferentes aspectos da inovação, como as capacidades dinâmicas, que se relacionam com a habilidade de uma empresa de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas em um ambiente de mudanças constantes (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

A inovação aberta se baseia na busca por uma intensificação da pesquisa e desenvolvimento, por meio da transferência de conhecimentos de agentes externos, que possam se alinhar com as capacidades tecnológicas das empresas. Essa prática traz diversos benefícios, como a redução de custos, inclusive os relacionados ao capital humano. Segundo Cohen e Levinthal (1990), com a globalização da pesquisa, tecnologia e desenvolvimento de produtos, a inovação aberta se tornou mais acessível. Estar em proximidade física com centros de excelência permite que uma empresa aumente sua capacidade de absorção, ou seja, a capacidade de internalizar conhecimentos e atividades de pesquisa e desenvolvimento e inovação por meio de parcerias com universidades e centros de pesquisa, garantindo acesso ao conhecimento e às habilidades dos melhores talentos globais, sem necessariamente empregá-los diretamente.

De acordo com Tidd e Bressant (2015), são várias as motivações que levam as empresas a estabelecer colaborações externas, como a redução de custos tecnológicos e de entrada no mercado, a mitigação de riscos associados, a obtenção de economias de escala, a aceleração do tempo necessário para desenvolver e comercializar novos produtos, bem como a promoção do compartilhamento de aprendizado.

Segundo Medeiros (2020), a globalização dos mercados e a intensificação da concorrência levam os gerentes de PD&I a considerar a aquisição de tecnologia de fontes externas como uma forma de complementar as atividades internas de PD&I. Essa abordagem é motivada pela necessidade de reduzir incertezas relacionadas ao custo, tempo e desempenho de novos produtos, bem como pela pressão do tempo. Com isso, as inovações externas têm o potencial de agregar um valor significativo. O setor interno de PD&I pode ser responsável apenas por uma parte desse valor agregado aos produtos e processos, não sendo necessário gerar todas as pesquisas internamente para lucrar com elas. É possível, inclusive, obter lucro ao compartilhar a propriedade intelectual com os concorrentes, além de adquirir propriedade intelectual de outras empresas para dar continuidade ao processo de inovação.



Fonte: adaptado de CHESBROUGH (2012a), na publicação "Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia"

Na Figura 6 é ilustrado o modelo de inovação aberta. O qual permite que empresas possam se manter competitivas, através parcerias e inserção de ideias externas, formando uma espécie de ecossistema de inovação no qual todos contribuem e se apoiam sistemicamente para crescer.

3.3. Propriedade intelectual

A propriedade intelectual e as ferramentas empregadas para proteger a inovação constituem elementos-chave para as empresas. O sistema de patentes atual é o resultado de uma evolução prolongada, impulsionada principalmente por fatores econômicos, políticos e sociais, que gradualmente moldaram as leis de proteção intelectual, cujo histórico será apresentado neste capítulo.

Desde a antiga colônia grega de Síbaris, estabelecida em 720 a.C. e destruída em 510 a.C., surgiu um sistema que se assemelha ao sistema de patentes atual. Era um mecanismo de reconhecimento da criatividade dos cozinheiros da cidade, que lhes concedia exclusividade sobre suas novas receitas culinárias por um ano. Isso incentivava a busca por pratos cada vez mais rebuscados (CARVALHO, 2009).

Em 19 de março de 1474, em Veneza, foi estabelecida a primeira norma de patentes conhecida como "Parte veneziana". A norma visava incentivar a criatividade e a invenção de máquinas na cidade. Qualquer pessoa que inventasse uma máquina inovadora e a registrasse poderia ter exclusividade sobre ela por dez anos. Segundo essa norma, aqueles que violassem essa exclusividade seriam penalizados com multas e destruição da máquina copiada. Cabe destacar que o governo também tinha o direito de confiscá-la para o seu próprio uso (MAY, 2002).

Com relação à "Parte veneziana" destaca-se que algumas patentes eram concedidas sem a necessidade de descrever detalhadamente o invento, pois os inventores queriam manter seus segredos. Além disso, houve casos em que as patentes foram concedidas por períodos superiores a dez anos ou até mesmo de forma perpétua. Em alguns casos, as patentes conferiram o direito a uma remuneração pela invenção ou até mesmo o poder de libertar um prisioneiro. É importante destacar que algumas

patentes foram concedidas aos comerciantes que encomendaram as invenções, em vez dos próprios inventores (CARVALHO, 2009).

Colbert fundou a Academia Francesa de Ciências em 1666, que passou a avaliar tecnicamente os pedidos de patente para facilitar a concessão dos privilégios industriais. Entre 1666 e 1699, a Academia emitiu 47 pareceres favoráveis. O objetivo na França era impulsionar a política industrial e a arrecadação fiscal; portanto, foi pioneira na análise técnica de pedidos de patente, utilizando critérios como novidade e utilidade (CARVALHO, 2009).

Antes da Convenção da União de Paris (CUP) em 1883, não existiam acordos multilaterais regulamentando a proteção intelectual entre países. A falta de regulamentação levava à espionagem industrial e à cópia de tecnologias durante feiras internacionais de inventos. A CUP foi o primeiro tratado internacional sobre o assunto, tendo o Brasil como signatário original, com adesão a última revisão conforme Decreto N. 75.572 de 8 de abril de 1975 (BRASIL, 1975). Neste acordo foram estabelecidos três princípios:

- (i) O princípio do tratamento nacional da Convenção da União de Paris (CUP) que estabelece igualdade de tratamento entre nacionais e estrangeiros de países membros no que se refere à proteção da propriedade industrial;
- (ii) O princípio da territorialidade e independência dos direitos, segundo o qual a proteção concedida por uma patente é válida apenas dentro dos limites territoriais do país concedente, e cada país tem autonomia para avaliar os pedidos depositados em seus respectivos órgãos de propriedade intelectual;
- (iii) O princípio da prioridade unionista que permite, dentro de um prazo de 12 meses, ao depositante de um pedido de patente em um país membro da CUP, depositar pedidos correspondentes nos demais países membros, mantendo a data de prioridade do primeiro pedido, evitando assim a perda de novidade.

Este tratado representa um avanço significativo em relação ao sistema anterior, já que a patente concedida em um país, não impede que a tecnologia correspondente seja

explorada livremente em outros países onde a proteção local ainda não tenha validade.

Nos Estados Unidos a legislação de patentes permaneceu inalterada por muitos anos, apesar de inúmeras contestações entre inventores e indústrias e pressões para que o sistema de patentes fosse aperfeiçoado. Neste contexto, dois casos importantes definiram limites cruciais para as patentes e reduziram as discordâncias relativas ao sistema de patentes.

O caso *Railway Co. v. Sayles* (1878) estabeleceu que as patentes de invenções incrementais protegem apenas as melhorias introduzidas, não a tecnologia já existente. O segundo caso, *Atlantic Works v. Brady* (1883), enfatizou que as leis de patentes têm como objetivo recompensar descobertas e invenções substanciais, não concedendo monopólios para dispositivos insignificantes ou ideias óbvias. Essas decisões pacificaram o sistema de patentes nos Estados Unidos e mantiveram a legislação em vigor. No entanto, o sistema de patentes ainda enfrenta questionamentos, pois há casos de concessões sem mérito adequado. É necessário que as invenções sejam reconhecidas como avanços pelos especialistas do campo científico em que estão inseridas (USSELMAN, 2002).

No período posterior à Segunda Guerra Mundial, em meio a criação de planos e instituições para reconstrução dos países destruídos pela guerra, foi criada uma organização internacional denominada BIRPI¹ (*Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Intellectuelle*), responsável pela proteção da propriedade intelectual. O BIRPI foi o precursor da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e realizava conferências de revisão da Convenção da União de Paris (CUP) para discutir emendas e atualizações (WIPO, 2024).

A CUP passou por revisões periódicas em diferentes anos e locais, como em 1900 em Bruxelas, 1911 em Washington, 1925 em Haia, 1934 em Londres, em 1958 em Lisboa e em 1967 em Estocolmo. Além disso, a convenção foi emendada em 1979 através da Convenção de Paris (WIPO, 2024).

¹ Escritórios Internacionais Reunidos para a Proteção da Propriedade Intelectual, em tradução livre.

A partir dos anos 1950, os países em desenvolvimento levantaram críticas sobre a falta de recursos para combater os abusos no sistema de patentes por parte dos países desenvolvidos. No Brasil, grandes empresas farmacêuticas multinacionais exploraram esta simetria de várias maneiras. Isto incluía estabelecer preços altos para medicamentos patenteados, mesmo após a expiração das patentes, evitando a utilização de tecnologias patenteadas e impondo cláusulas abusivas em contratos de licenciamento. Diante desse contexto, o Brasil solicitou à Assembleia Geral das Nações Unidas um estudo sobre o papel das patentes na promoção da transferência de tecnologia para países em desenvolvimento (MENESCAL, 2007).

Embora o Brasil não tenha logrado êxito junto à ONU, os questionamentos influenciaram o sistema internacional de patentes, desdobrando, em 1974, na determinação do papel da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) como agência especializada da ONU, responsável por administrar questões relacionadas à propriedade intelectual. A OMPI promoveu eventos em diversos países em desenvolvimento para disseminar a importância e as vantagens da propriedade intelectual, com o objetivo de atrair novos membros para a União de Paris. Os esforços dessas campanhas, apoiadas pela Associação Internacional para a Proteção da Propriedade Industrial (AIPPI), Câmara de Comércio Internacional (CCI) e OMPI, tiveram um impacto significativo nas normas e políticas nacionais e internacionais (MENESCAL, 2007).

Com a influência dos países desenvolvidos, insatisfeitos com o papel da OMPI, ganhou força o argumento de que as patentes estavam intrinsecamente ligadas à promoção do livre comércio internacional, devido à sua natureza tarifária e comercial. E, por isso, o Acordo GATT², Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio, em português, seria o acordo ideal para buscar o reconhecimento e a padronização dos direitos de propriedade intelectual. A alteração foi implementada, proporcionando aos países desenvolvidos melhores condições de negociação. Posteriormente, após várias rodadas de negociações, foi finalmente estabelecido o texto final do Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (ADPIC)

² General Agreement on Tariffs and Trade - GATT

ou *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS). Com este acordo a Organização Mundial do Comércio (OMC) foi estabelecida em 15 de abril de 1994, em Marrakech, e entrou em vigor em 1º de janeiro de 1995 (GORLIN, 1999).

Segundo Gontijo (1995), é importante ressaltar que o acordo TRIPS contrasta totalmente com os demais acordos estabelecidos no âmbito do GATT. Enquanto os outros acordos visam a liberalização de barreiras, a eliminação de monopólios e a supressão de sistemas de subsídios, seguindo a linha de comércio liberal defendida pelos países industrializados, o acordo TRIPS representa um esforço para impor normas mais rígidas, estabelecer padrões uniformes e consolidar monopólios, especialmente no que diz respeito ao conhecimento humano, que é o recurso econômico mais valioso neste início de milênio. Embora os mercados sejam abertos, ao mesmo tempo, o sistema de produção de novas tecnologias existente é consolidado e fortalecido, concentrando-se principalmente nos países que exigem maior proteção para os titulares de propriedade intelectual (GONTIJO, 1995).

Após o Acordo TRIPS, a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) deixou de ser a única entidade internacional encarregada de questões de propriedade intelectual. A partir de então, a OMPI também propõe tratados adicionais, conhecidos como TRIPS-plus, que buscam estabelecer padrões mais elevados de proteção.

Diversas atualizações no arcabouço jurídico relacionadas à propriedade intelectual têm sido implementadas. Muitas delas influenciadas pelas mudanças no contexto econômico internacional como unificação de mercados internacionais (blocos econômicos), globalização, avanços tecnológicos dentre outras influências. Embora haja diferenças na proteção à propriedade intelectual em diversos países, muitos dos pilares formalizados em 1883, na Convenção da União de Paris, permanecem presentes.

Percebe-se que ainda hoje, em muitos países, incluindo o Brasil, há a exigência de exploração do objeto da patente no país emissor. Caso não haja essa exploração, pode-se aplicar uma licença compulsória de acordo com o artigo 68, §1º, I, da Lei 9.279/96, no caso do Brasil. Assim, este resquício das antigas “patentes de

introdução”, para a maior parte das empresas torna-se impraticável. Já que é inviável ter uma filial em cada país onde suas patentes são concedidas. Além disso, se os produtos patenteados fossem produzidos em todos os países que oferecem proteção, não haveria necessidade de importação e exportação, o que não se alinha com o atual cenário do comércio internacional. Todavia, os países que exigem a exploração local de patentes o fazem para impedir o acesso a tecnologias patenteadas, conhecido como "patente de defesa".

Estudos realizados por Levin (1987) e Cohen, Nelson e Walsh (2000) indicam que, em média, a patente não é o principal ativo de Propriedade Intelectual (PI). Nesse sentido, o segredo industrial e a liderança temporal são mais comuns. No entanto, em setores como os farmacêuticos e químicos, as patentes desempenham um papel importante na proteção do retorno sobre produtos tecnológicos.

A utilização da PI por parte de empresas inovadoras depende da relação entre os custos de proteção e os benefícios obtidos com a exclusão de terceiros ou via licenciamento tecnológico. Além disso, as vantagens do uso da PI são comparadas ao uso de métodos estratégicos, como o segredo industrial. A difusão de inovações também não ocorre de forma instantânea, e a adoção de novas tecnologias depende da heterogeneidade entre os agentes, infraestrutura adequada e tempo para aprender a dominar as novas tecnologias (DOSI; FREEMAN; FABIANI, 1994). Existem diferenças na utilização de métodos de apropriação entre as indústrias, sendo que um uso mais difundido está relacionado ao aumento da competitividade das empresas. No entanto, muitas empresas inovadoras no Brasil declaram não utilizar nenhum tipo de proteção, mesmo tendo introduzido novos produtos e, ou, processos e investido em atividades tecnológicas e inovadoras (BUAINAIN; SOUZA, 2019).

De acordo com o estudo do IBGE, PINTEC 2014, a inovação em processos é mais comum do que a inovação de produtos nas empresas inovadoras no Brasil. Além disso, o segredo industrial é a principal forma de proteção adotada por aproximadamente 11% dessas empresas, seguindo uma tendência observada em pesquisas anteriores.

Apesar de alguns autores sugerirem a existências de outros mecanismos mais eficientes para proteção de Propriedade Intelectual (PI) que o registro de patentes, como por exemplo, o segredo industrial, o número de solicitações de patentes no mundo continua a crescer. Para compreender esse cenário, foram identificados outros motivos pelos quais as empresas buscam esses registros (ARUNDEL e PATEL, 2003; BLINDET et al, 2006). Segundo estes autores, as empresas podem registrar patentes para proteger suas tecnologias de imitações, bloquear o desenvolvimento de produtos concorrentes, evitar processos judiciais de concorrentes que possam copiar sua tecnologia e patenteá-la, aumentar seu poder de barganha em negociações e melhorar o acesso a mercados de capitais, mesmo sem a intenção de comercializar as tecnologias.

Durante cerca de dois séculos, os requisitos de patenteabilidade foram estabelecidos em leis, decisões judiciais e teorias jurídicas. Ao longo desse período, foram estabelecidos os três principais requisitos para a concessão de uma patente: novidade, inventividade e aplicação industrial (BARBOSA, 2019).

Com relação à situação do Brasil no que concerne o sistema de inovação, propriedade intelectual e arcabouço legal, convém mencionar que a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) estabelece a proteção das criações intelectuais como um direito fundamental, sendo que “a lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País” (art.5º, inc. XXIX, CF/88).

Ao longo dos anos o Estado brasileiro tem se empenhado em fortalecer o processo de inovação no Brasil, buscando uma maior interação entre os setores público e privado com o desenvolvendo de instrumentos legais para estimular a transferência de tecnologia. Alguns dos principais esforços nesse sentido foram: (i) a criação dos fundos setoriais de Ciência e Tecnologia em 1999; (ii) a promulgação da Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) em 2004; (iii) o fortalecimento dos incentivos fiscais por meio da Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005); (iv) o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2004; (v) a criação da Política de

Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008; (vi) a implementação do Plano Brasil Maior (PBM) em 2011; (vii) diversos programas de apoio a empresas promovidos pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); e (viii) a aprovação do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação em 2016 (MORAIS, 2008).

A lei de inovação de 2004 foi criada para simplificar as complexidades contratuais que dificultavam a transferência de conhecimento entre os setores público e privado. No entanto, ficou evidente que reformulações eram necessárias, uma vez que as dificuldades e entraves persistiam, impedindo que a lei alcançasse os resultados esperados. Diante desse cenário, o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação foi estabelecido em 2016, através Lei 13.243/2016, com sua sanção ocorrendo em 2018, através do Decreto nº 9.283 de 7 de fevereiro de 2018. O objetivo dessa lei era desburocratizar as parcerias público-privadas e proporcionar um arcabouço legal eficiente para impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. O marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação promove alterações na redação da Lei 10.973, também conhecida como lei da inovação de 2004 (BRASIL, 2004).

As principais instituições envolvidas na implementação do Marco Legal da CT&I são as instituições científicas e tecnológicas (ICTs) públicas e privadas, agências de fomento, empresas privadas, fundações de apoio, núcleos de inovação tecnológica e parques tecnológicos.

O Marco Legal foi estabelecido com as seguintes prioridades: i) incentivar a cooperação e integração entre empresas privadas e o setor público; ii) simplificar processos administrativos e de gestão; iii) descentralizar o fomento ao desenvolvimento de setores de ciência, tecnologia e inovação; e iv) fornecer segurança jurídica para instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e empresas (FRANTZ, 2016).

A concepção das instituições científicas e tecnológicas (ICTs) teve origem no Vale do Silício em 1937, quando a Universidade de Stanford estabeleceu o Stanford Research Park como um parque tecnológico voltado para a transferência de tecnologia para empresas. Esse modelo se espalhou pelos Estados Unidos e posteriormente para a

Europa, resultando na criação de diversas incubadoras de empresas (WOLFFENBÜTTEL, 2001).

As ICTs desempenham um papel fundamental na minimização de conflitos relacionados aos processos de inovação, incentivando a interação e o fluxo de conhecimento entre universidades, empresas e governo. Elas são entidades responsáveis por atividades de pesquisa científica e tecnológica, bem como pela facilitação da transferência de conhecimento e apoio ao surgimento e desenvolvimento de empresas. As ICTs englobam uma variedade de formas, como incubadoras, cidades inovadoras, núcleos de inovação tecnológica, redes de inovação, plataformas tecnológicas e parques tecnológicos (BRESCHI; MALERBA, 1997; CASSIOLATO; SZAPIRO, 2015).

A principal ferramenta utilizada no presente estudo para proteção da propriedade intelectual (PI) é a patente, um documento concedido pelo Estado ao titular para garantir a exclusividade na exploração de uma tecnologia. O pedido de patente é depositado no órgão responsável pela proteção da propriedade intelectual e, se atender aos critérios de patenteabilidade, o Estado concede ao depositante o título de propriedade da invenção, a Carta Patente.

No Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pela concessão de títulos de propriedade industrial, incluindo as patentes. Os direitos de propriedade industrial são regulados pela Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, conhecida como Lei da Propriedade Industrial (LPI), a qual estabelece os direitos e obrigações relacionados à propriedade industrial, levando em consideração o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país, por meio de:

- I. Concessão de patentes de invenção e modelo de utilidade;
- II. Concessão de registro de desenho industrial;
- III. Concessão de registro de marcas
- IV. Repressão às falsas indicações geográficas; e

V. Repressão à concorrência desleal. (Art. 2 da LPI):

Para obter uma Carta Patente, é necessário apresentar um pedido de patente de invenção ou modelo de utilidade. De acordo com a legislação, a patente pode ser solicitada pelo próprio inventor, pelos herdeiros e sucessores, pelo cessionário ou por aqueles determinados pela lei, contrato de trabalho ou contrato de prestação de serviços como titulares (Art. 6 da Lei nº 9.279, 1996). Após ser aceito pelo INPI, o pedido de patente é protocolado e recebe uma data de depósito e um número de pedido.

Segundo a Lei da Propriedade Industrial, o pedido de patente depositado no Brasil deve conter um requerimento, um relatório descritivo, reivindicações, desenhos (se aplicável) e um resumo. Para que um pedido de patente se torne efetivamente uma patente, é necessário que ele cumpra os critérios de patenteabilidade estabelecidos pela Lei da Propriedade Industrial. Esses critérios incluem a novidade, atividade inventiva e aplicação industrial, como definidos nos artigos correspondentes da lei.

De acordo com o artigo 11 da LPI, uma invenção ou modelo de utilidade é considerado novo quando não está compreendido no estado da técnica:

Art. 11. A invenção e o modelo de utilidade são considerados novos quando não compreendidos no estado da técnica.

§ 1º O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior, ressalvado o disposto nos arts. 12, 16 e 17.

§ 2º Para fins de aferição da novidade, o conteúdo completo de pedido depositado no Brasil, e ainda não publicado, será considerado estado da técnica a partir da data de depósito, ou da prioridade reivindicada, desde que venha a ser publicado, mesmo que subsequentemente.

§ 3º O disposto no parágrafo anterior será aplicado ao pedido internacional de patente depositado segundo tratado ou convenção em vigor no Brasil, desde que haja processamento nacional.

Isso significa que segredos industriais podem ser objeto de um pedido de patente futuro, pois não fazem parte do conhecimento público. Na maioria dos países, incluindo o Brasil, adota-se o princípio da novidade absoluta, o que significa que

qualquer documento público obtido em qualquer lugar do mundo pode ser utilizado para verificar a novidade de um pedido de patente (Lei nº 7279, 1996).

De acordo com a *World Intellectual Property Organization* (WIPO), 80% das informações tecnológicas circulam apenas em documentos de patentes, não estando disponíveis em outras formas de publicação. Isso demonstra que as patentes são uma fonte essencial para os cientistas, tecnólogos e especialistas em informação, pois contêm dados valiosos sobre tecnologias.

Uma mesma patente também pode ser depositada em vários escritórios de patentes, dependendo dos países em que se deseja protegê-la. As patentes são encontradas em diversos bancos de dados de acesso gratuito, como os escritórios de patentes dos Estados Unidos (USPTO), Europa (EPO), Japão (JPO), China (SIPO) e Brasil (INPI).

Apesar do período de sigilo de 18 meses, após o pedido de patente junto ao INPI, as informações contidas nos pedidos publicados ainda podem ser consideradas recentes em comparação com o estado atual da técnica. Além disso, as patentes não têm restrições de tamanho de texto ou número de páginas, o que permite ao autor ser detalhista nas informações de suas invenções.

O relatório descritivo de uma patente deve ser claro e conter informações suficientes para que um técnico na área consiga reproduzir a invenção. Caso contrário, o pedido pode ser rejeitado de acordo com a Lei da Propriedade Industrial.

O uso das informações disponibilizadas pelas patentes permite investigar uma determinada tecnologia, evitando investimentos em países onde ela já é utilizada pela indústria local. Também é possível analisar em quais países uma tecnologia está protegida por patentes. Além disso, é possível acompanhar os avanços de uma tecnologia específica (mapeamento tecnológico) e obter o perfil tecnológico de uma empresa com base em seus depósitos de patentes.

Ressalta-se que no capítulo seguinte será abordado a interligação do conceito de propriedade intelectual com o setor elétrico brasileiro, sobretudo com o programa de pesquisa, desenvolvimento e inovação regulado pela ANEEL.

4. PROPRIEDADE INTELECTUAL NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

A eletricidade teve um impacto significativo no progresso da humanidade, impulsionando avanços nas áreas de comunicação, iluminação, transporte e indústrias em geral. Um marco importante nesse desenvolvimento ocorreu na década de 1890, conhecido como a "Guerra das Correntes", uma disputa tecnológica entre os renomados inventores Thomas Edison, George Westinghouse e Nikola Tesla. O objetivo dessa guerra era estabelecer um padrão para o uso da corrente alternada ou corrente contínua na geração e transmissão de energia elétrica. Nesta época o uso de patentes já estava consolidado nos Estados Unidos e o reconhecimento do valor delas como propriedade já era amplamente adotado. Thomas Edison se destacou nesse contexto, acumulando mais de mil patentes registradas em seu nome (1093) (DYER, 2006).

Neste capítulo, será analisada a propriedade intelectual no Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Sua formação teve início em 1883, quando foi inaugurado o sistema de iluminação pública em Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro, pelo imperador Dom Pedro II. Outro marco importante do setor ocorreu em 1889, com a construção da usina de Marmelos Zero, em Juiz de Fora, Minas Gerais, pelo industrial Bernardo Mascarenhas. Essa usina foi pioneira na geração hidráulica de energia elétrica na América Latina, fornecendo energia para iluminação pública e privada, com uma capacidade instalada de 250 KW (CEMIG, 2006).

Até meados da década de 1940, a produção de energia elétrica era predominantemente realizada por empresas privadas, abastecendo áreas de pequeno porte. Nessa época, duas grandes empresas estrangeiras, a AMFORP e a Light, dominavam cerca de 81% da produção e comercialização de energia elétrica na região sudeste do Brasil (PAIVA *et al.*, 2017). No entanto, a demanda por energia já excedia a capacidade dessas empresas. Diante desse cenário, houve um apelo para a intervenção do Estado a fim de resolver o problema da escassez de energia. A intervenção estatal começou durante o governo de Getúlio Vargas, com a aprovação do Código de Águas e investimentos diretos. Apesar dos investimentos estatais, até a

década de 1970, o controle da distribuição de energia elétrica nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os principais centros industriais do país, permanecia nas mãos do capital internacional. O Código de Águas, criado em 1930 e regulamentado em 1957, foi um instrumento importante para ampliar o controle estatal sobre a indústria hidrelétrica, incorporando as águas e as quedas d'água existentes no país ao patrimônio da União (WALVIS; GOLÇALVEZ, 2014).

Em 1965, o Estado estabeleceu o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE) como a primeira agência reguladora do setor elétrico. Até a década de 1990, o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) seguiu um modelo centralizado e hierarquizado, com o Estado responsável pelos investimentos necessários para atender à crescente demanda de energia elétrica. Essa estrutura era composta pela geração, transmissão e distribuição de energia. Na década de 1990, ocorreu o processo de privatização das empresas estatais do setor (TOLMASQUIM, 2011).

A partir de 2004, o setor elétrico brasileiro passou por uma reorganização institucional por meio das leis nº 10.847/2004 e 10.848/2004. O Ministério de Minas e Energia (MME), assessorado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e pelo Congresso Nacional, desempenhou um papel importante nesse processo. Novas entidades foram criadas, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), responsável pelos estudos de planejamento da expansão do sistema elétrico, e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), responsável pela negociação de energia no mercado livre. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi mantida como a agência reguladora, enquanto o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ficou encarregado da coordenação e supervisão da operação centralizada do sistema interligado brasileiro. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), vinculado ao MME, assumiu a responsabilidade de acompanhar e avaliar continuamente a segurança e a continuidade do fornecimento de energia em todo o país.

Anteriormente, o setor elétrico funcionava de forma verticalizada, com uma única empresa controlando todo o ciclo de produção, desde a geração até a distribuição da energia. No entanto, as mudanças estruturais no setor permitiram a introdução dos produtores independentes, conforme estabelecido pela Lei nº 9074/1995 durante o

governo FHC. Os produtores independentes são empresas ou consórcios que recebem concessão ou autorização do estado para gerar energia elétrica destinada ao comércio, suprindo parte da demanda não atendida pelo Sistema Interligado Nacional. Essa figura promove a competitividade no setor, incentivando as empresas de geração de energia a investirem em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. Atualmente, o Brasil é o sétimo país com maior capacidade instalada de geração de energia, com potência total de 2356 GW. Na geração de energia de usinas hidrelétricas, o Brasil é o segundo maior do mundo com 377 TWh, atrás apenas da China, a qual possui 1263 TWh (EPE, 2023).

Na Figura 7 é apresentada a distribuição da capacidade de geração de energia elétrica instalada no Brasil.

Figura 7. Capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil



Fonte: EPE (2023)

A CEMIG é maior Distribuidora de Energia Elétrica do Brasil, sendo responsável pelo fornecimento de energia de 11% do país, abrangendo mais de 9 milhões de unidades consumidoras. Abaixo segue a Tabela 1 com as 10 maiores distribuidoras de energia elétrica que atuam no Brasil (EPE, 2023).

Tabela 1. 10 maiores distribuidoras de Energia Elétrica atuantes no Brasil

Posição	Distribuidora	Consumo (GWh)	Brasil (% consumo)	Número de Clientes
1	CEMIG	56,965	11,2	9.051.222
2	ENEL-SP (antiga Eletropaulo)	41,198	8,1	7.744.351
3	CPFL PAULISTA	33,005	6,5	6.483.282
4	COPELDISTRIB	32,519	6,4	5.014.193
5	CELESC	27,970	5,5	4.766.257
6	LIGHT	23,576	4,6	4.396.339
7	Neenergia (antiga COELBA)	21,374	4,2	4.125.881
8	RGE - Rio Grande Energia	19,573	3,8	3.946.579
9	ELEKTRO	18,670	3,7	3.318.172
10	BANDEIRANTE	15,748	3,1	3.293.382

Fonte: EPE (2023)

Apesar de constituir a maior parte do setor elétrico brasileiro, as empresas privadas não se destacaram nos investimentos em inovação, refletindo uma tendência observada em outros setores da indústria nacional. Segundo estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada conduzido por Rauen *et al.* (2017), embora o governo federal tenha concedido isenções fiscais para estimular investimentos em PD&I, os resultados ainda não atingiram as expectativas. As empresas privadas não aumentaram substancialmente seus investimentos em inovação, sugerindo uma dependência excessiva de recursos públicos. Assim, destaca-se a importância de equilibrar os instrumentos utilizados pelo governo para financiar atividades inovadoras

do setor privado de maneira que os investimentos resultem em inovação efetiva (PIERRO, 2018).

Para melhor compreender os incentivos públicos para a inovação no setor elétrico brasileiro, no próximo tópico será detalhado o programa de PD&I da ANEEL.

4.1. Programa de Pesquisa de Desenvolvimento e Inovação da ANEEL

Com o objetivo de promover a inovação e reduzir a dependência tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro (SEB), foi estabelecido o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, por meio das leis nº 9.991/2000, 10.438/2002 e 10.848/2004. Esse programa determina que as empresas concessionárias e os produtores independentes devem destinar anualmente uma porcentagem mínima de sua receita operacional líquida para projetos de PD&I, conforme regulamentado pela ANEEL.

O foco desses projetos é a inovação e a busca de soluções para os desafios tecnológicos do mercado de energia elétrica, visando gerar novos conhecimentos e/ou aplicar de forma inovadora os conhecimentos existentes, além de investigar novas aplicações. Essas pesquisas ampliadas contribuem para o aprimoramento e o desenvolvimento de novos produtos, processos e sistemas. Além disso, o conhecimento adquirido nessas pesquisas pode levar ao depósito de patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) (ANEEL, 2006).

Antes de 2008 a ANEEL era responsável por aprovar os projetos de PD&I antes de sua implementação. Os projetos eram submetidos pelas empresas anualmente, e avaliados pela ANEEL com base em critérios como resultados, qualidade da proposta e qualificação da equipe executora (ANEEL, 2008). Após a conclusão dos projetos, a ANEEL realizava a fiscalização, verificando a prestação de contas e o alcance dos resultados tecnológicos. Eventualmente, em casos problemáticos, a agência poderia rejeitar o projeto ou aplicar multas às concessionárias. Vale ressaltar que o programa permitia o uso dos recursos em projetos de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental.

A partir de 2008, a Resolução Normativa nº 316/2008 substituiu a Resolução nº 219/2006, alterando o momento da avaliação dos projetos para após a conclusão dos mesmos. Isso resultou em um significativo aumento no valor médio dos projetos, passando de cerca de R\$ 500 mil em 2007 para aproximadamente R\$ 2 milhões em 2008 e ultrapassando os R\$ 8 milhões em 2016. Essa mudança dividiu o projeto de PD&I em duas fases distintas: a primeira de 1998 a 2007 e a segunda a partir de 2008 (ANEEL, 2018).

Nas Tabelas 2 e 3 são mostrados os percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida (ROL), conforme estabelecido na Lei nº. 9.991/2000, a serem investidos em Programas de Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e Programa de Eficiência Energética (EE) e as porcentagens a serem recolhidas para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), Ministério de Minas e Energia (MME), Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

O Programa de Eficiência Energética (PEE) visa promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, através de projetos que demonstram a importância e a viabilidade econômica da melhoria da eficiência energética em equipamentos, processos e usos finais de energia. Seus principais objetivos são: promoção de tecnologias eficientes estimulando a redução do consumo de energia; conscientização e educação sobre o uso racional da energia tornando o consumo mais sustentável. Esses projetos podem incluir ações como substituição de equipamentos ineficientes, melhorias em processos industriais, modernização de sistemas de iluminação pública, entre outros (Aneel, 2008).

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, é um fundo de natureza contábil e financeira que tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas a promover o desenvolvimento econômico e social do País (Finep, 2024).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. O Procel

atua por meio de campanhas de conscientização, certificação de produtos, apoio a projetos de eficiência energética e parcerias com diversos setores da economia.

A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) é um fundo do governo brasileiro criado para promover o desenvolvimento do setor elétrico e garantir a modicidade tarifária. Instituída em 2002, a CDE subsidia diversos programas, como incentivos às fontes renováveis de energia, descontos tarifários para consumidores de baixa renda, e a universalização do serviço de energia elétrica.

Tabela 2. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, entre 2023 até 2025, por segmento (D, G e T)

Segmento	de 1º/01/2023 a até 31/12/2025						
	P&D (% da ROL)				EE (% da ROL)		
	P&D/ ANEEL	CDE	FNDCT	MME	PEE/ ANEEL	CDE	Procel
Distribuição	0,21 a 0,3	até 0,09	0,3	0,15	0,14 a 0,2	até 0,06	0,05
Geração	0,28 a 0,4	até 0,12	0,4	0,2		-	
Transmissão	0,28 a 0,4	até 0,12	0,4	0,2		-	

Fonte: ANEEL (2022)

Tabela 3. Percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida a investir (PD&I e Eficiência e Energética (EE)) e recolher (FNDCT, MME, Procel e CDE) pelas empresas de energia elétrica, a partir de 2026, por segmento (D, G e T)

a partir de 1º/01/2026					
Segmento	P&D (% da ROL)			EE (% da ROL)	
	P&D/ ANEEL	FNDCT	MME	PEE/ ANEEL	Procel
Distribuição	0,3	0,3	0,15	0,2	0,05
Geração	0,4	0,4	0,2	-	-
Transmissão	0,4	0,4	0,2	-	-

Fonte: ANEEL (2022)

No contexto do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, além do risco inerente à inovação, é crucial considerar e mitigar o risco regulatório. Isso se deve às possíveis penalidades que as concessionárias podem enfrentar caso não atendam aos requisitos do Programa, como prazos, investimentos mínimos, custos adequados e qualidade dos resultados, conforme estabelecido nos manuais do órgão regulador. Dessa forma, as empresas são obrigadas a alocar anualmente um valor mínimo em projetos de PD&I com mérito técnico-científico e outros resultados esperados pelo órgão regulador; do contrário, podem sofrer descontos nos investimentos ou ser multadas.

No manual de 2008, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) introduziu avanços significativos no modelo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). O Programa passou a abranger investimentos em projetos relacionados à criação de protótipos pioneiros e à sua posterior introdução no mercado. Com as diretrizes estabelecidas em 2008, as empresas não se limitaram ao desenvolvimento experimental; elas também foram autorizadas a produzir e testar protótipos em maior escala, além de promover atividades de marketing para lançar os produtos no

mercado. Além disso, a ANEEL permitiu que as concessionárias transferissem tecnologias para a indústria e gerassem receitas por meio de *royalties* provenientes da comercialização desses produtos. Nesse estágio do Programa, também teve início licenciamentos tecnológicos entre empresas de energia e universidades (proprietárias da tecnologia) e fabricantes/ fornecedores (licenciados).

Um estudo conduzido por Quandt, Junior e Procopiuck (2008) examinou as razões por trás dos investimentos em PD&I no Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Eles enviaram questionários aos gestores de PD&I, mas apenas 20% das empresas do setor responderam. Os resultados destacaram que os investimentos em PD&I são principalmente impulsionados pela obrigação legal, não sendo norteados com o objetivo de criar de novas tecnologias para beneficiar a sociedade ou alcançar vantagens estratégicas para as empresas. Com base nessas descobertas, os autores concluíram que a inovação não é uma prioridade nas estratégias competitivas desse setor.

De acordo com Pfitzner, Salles-Filho e Brittes (2015), as empresas do setor de energia elétrica estão aumentando seus esforços em atividades de PD&I - Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, refletindo uma trajetória cada vez mais tecnológica. No entanto, os autores destacam que, com base em indicadores organizacionais e setoriais, os esforços de inovação tecnológica ainda não eram suficientes para a criação de um robusto Sistema Setorial de Inovação (SSI). Uma das razões para os investimentos em PD&I é a oportunidade de obter royalties por meio da comercialização das tecnologias desenvolvidas, vinculadas ao programa de PD&I da ANEEL.

Em 2013 foi realizado um estudo de caso da CEMIG, com o objetivo de compreender o programa de PD&I da empresa e identificar os mecanismos de coordenação e controle dos projetos (DENDENA *et al.*, 2013).

Este estudo, realizado por Dendena *et al.* (2013), revelou que na época não havia um padrão definido nos projetos da empresa analisados. Houve interação entre a CEMIG e empresas ou instituições parceiras, mas em alguns casos, a parceria era baseada apenas em um acordo informal de confiança, sem um contrato formal. Segundo os

autores, essa informalidade foi um dos fatores que impediu a realização dos objetivos do projeto de PD&I. Além disso, esses autores concluíram que a proteção da propriedade intelectual não era uma preocupação dos gerentes de projeto, como evidenciado pela falta de solicitação de patentes.

No estudo realizado por Carvalho, Santos e Barreto Neto (2014), foi investigada a melhoria do programa de PD&I da ANEEL por meio de entrevistas com gestores da Companhia Energética de Brasília - CEB. O estudo identificou quatro práticas comuns na gestão de PD&I, adotadas por muitas empresas do setor elétrico, mas que são insuficientes para garantir uma eficiência operacional imediata no sistema de distribuição. Essas práticas incluem (i) o estímulo a projetos de PD&I por parceiros externos; (ii) a aprovação e envio dos projetos à ANEEL; (iii) o acompanhamento individual da execução dos projetos externos; e (iv) a busca de transferência de tecnologia resultante dos projetos dentro das empresas. Este artigo também destaca a falta de uma cultura de inovação entre os gestores de projetos como diagnóstico relevante.

Questões contratuais e falta de experiência na condução de atividades e projetos de PD&I podem levar as empresas a adotarem abordagens que não favorecem a otimização e o alinhamento com os objetivos estratégicos do setor elétrico (CARVALHO; SANTOS; BARRETO NETO, 2014). Entre os desafios identificados destaca-se o baixo envolvimento dos diretores e gestores nas atividades de PD&I, que muitas vezes priorizam a conformidade com as regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos. Os autores apontam um grande potencial de melhoria do programa se as empresas adotarem sistemas de gerenciamento de PD&I voltados para a geração e difusão de inovações.

De acordo com Andersen e Rossi (2008), há um aumento no interesse das empresas e até mesmo do setor público em relação ao uso de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI). Esses direitos são mais comuns em economias maduras e visam proteger os bens intelectuais gerados. As formas de proteção incluem patentes, direitos autorais, marcas registradas e segredos industriais. O controle exercido pelos DPIs, especialmente patentes e direitos autorais, é importante, pois impede terceiros de agir em relação ao objeto protegido, sendo necessária uma permissão (licença) do

proprietário para uso (produção ou comercialização). O aumento da utilização dos DPIs tem se mostrado benéfico, resultando no aumento do capital intelectual. Várias iniciativas foram criadas para promover o desenvolvimento dos DPIs, como acordos internacionais (TRIPS) e novas formas de proteção. No entanto, o referido artigo destaca que a construção dos DPIs tem sido baseada em decisões políticas, sem uma pesquisa sólida que leve em consideração os efeitos sociais e econômicos desse sistema. Na prática, não se pode presumir que os inventores estejam interessados em gerar benefícios para a sociedade ou promover o bem-estar coletivo.

Com relação ao setor elétrico, é fundamental destacar que já em 2012, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) identificou diversos desafios que impediam o bom desenvolvimento do Programa de PD&I ANEEL, tais como: baixo engajamento dos agentes nas atividades de PD&I; necessidade de alinhamento dos projetos às estratégias das empresas; falta de rigor na definição de PD&I no programa; ausência de divulgação das melhores práticas de gestão de projetos; poucos incentivos para contratar pesquisadores e criar empresas para comercializar os produtos desenvolvidos; incapacidade do Programa atender totalmente às expectativas, resultando em projetos não concluídos ou não implementados (POMPERMAYER, 2011).

Em 2017, a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL solicitou ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) um estudo sobre tecnologia e inovação no setor elétrico. O objetivo era mapear as necessidades tecnológicas para atender à demanda nacional por energia até 2050. O estudo revelou que a cadeia de inovação no Setor Elétrico Brasileiro (SEB) ainda não estava totalmente eficaz, pois a maioria dos projetos de PD&I regulados pela ANEEL termina como pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Por exemplo, apenas uma pequena porcentagem de projetos, menos de 9% dos 818 realizados entre 2008 e 2016, relacionados à energia solar fotovoltaica e geração hidroelétrica, alcançaram o estágio de inovação e implementação prática (CGEE, 2017).

Segundo o relatório de fiscalização do Tribunal de Contas da União (TCU) (BRASIL, 2021), identificado como Relatório de Auditoria TC 036.882/2020-8 da Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura de Energia Elétrica (SeinfraElétrica), o Programa de

PD&I coordenado pela ANEEL enfrentava problemas como deficiência de gestão, falta de transparência, ausência de indicadores para medir os resultados, inadimplência das empresas na aplicação dos recursos, falhas nos controles internos e projetos não alinhados aos objetivos do Programa, em conformidade com a Lei nº 9.991/2000. Diante disso, o TCU fez recomendações à ANEEL no referido relatório para melhoria da transparência, indicadores de desempenho e fiscalização.

No intuito de sanar as deficiências apontadas pelo IPEA, TCU e diversos atores do setor elétrico brasileiro, a ANEEL optou por realizar alterações na política pública de inovação tecnológica do setor elétrico, conforme definido na Resolução Normativa ANEEL nº 1.045, datada de 04 de outubro de 2022. Com as novas diretrizes e procedimentos do Programa espera-se maior colaboração entre atores públicos e privados visando alcançar metas específicas de pesquisa e inovação, conforme determinado pela Lei nº 13.243/2016, conhecida como Lei da Inovação.

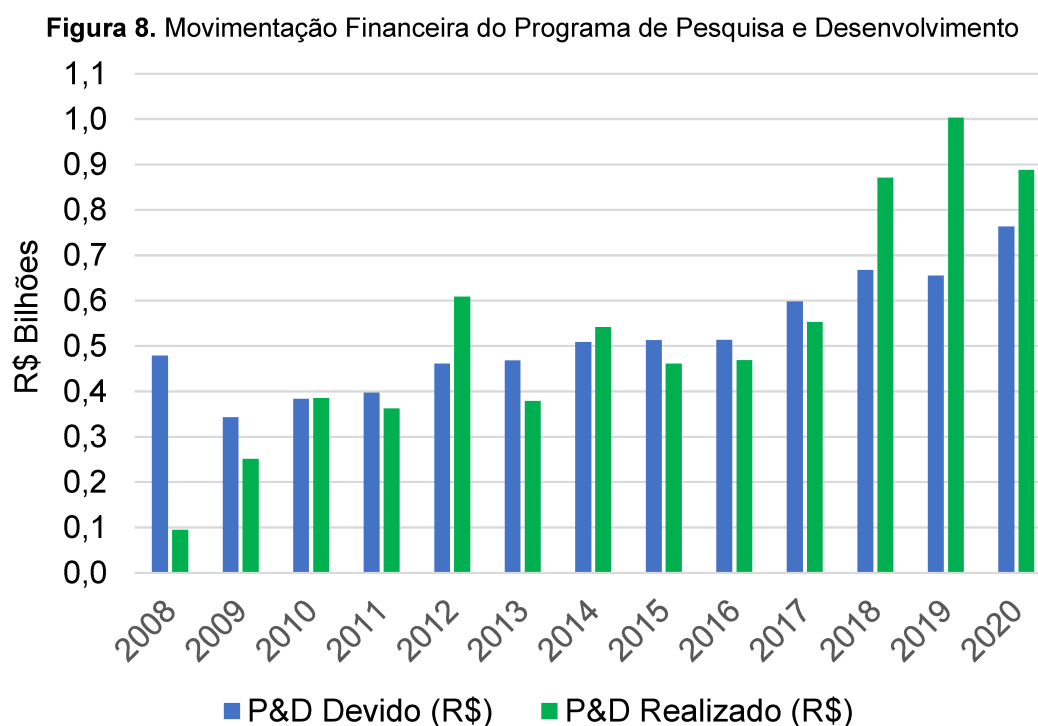
A ANEEL oferece um relatório interativo que apresenta informações sobre os projetos e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (PD&I) realizados ao longo de 13 anos (2008 a 2024). Os dados revelam que uma parte significativa dos recursos disponibilizados nesse período não foi investida no desenvolvimento de novas tecnologias para o sistema elétrico. Durante esses 13 anos, houve sete anos em que os investimentos realizados foram inferiores aos valores disponibilizados (PD&I devido), como indicados na Tabela 4 e representados graficamente na Figura 8.

Tabela 4. Movimentação Financeira do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento

Ano	PD&I Devido (R\$)	PD&I Realizado (R\$)	%
2008	478.833.479,47	94.866.456,68	19,81%
2009	343.150.086,43	251.232.463,81	73,21%
2010	383.576.196,46	385.299.118,66	100,44%
2011	397.168.988,53	362.413.460,96	91,25%
2012	461.452.564,02	608.508.349,01	131,86%
2013	468.553.616,13	378.832.495,27	80,85%
2014	508.844.851,19	541.915.161,34	106,50%
2015	513.020.832,35	461.233.344,21	89,85%

2016	513.310.248,65	468.867.565,88	91,34%
2017	598.426.979,86	553.384.387,67	92,47%
2018	666.980.422,63	870.999.626,59	130,59%
2019	655.410.160,18	1.003.186.662,57	150,41%
2020	763.075.040,30	888.448.894,92	116,43%

Fonte: ANEEL (2022)



Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2022)

Segundo a ANEEL (2020), o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PD&I) teve um orçamento médio de 550 milhões de reais por ano nos primeiros vinte anos, envolvendo cerca de 300 agentes, como empresas reguladas, universidades, centros de pesquisa, consultorias e prestadores de serviço. Entre 2000 e 2020, foram investidos 7,62 bilhões de reais, com 6.061 projetos apresentados e 4.247 aprovados, resultando em 325 registros de patentes no INPI.

Além disso, mais de 1.200 pesquisadores envolvidos receberam títulos de pós-graduação, mais de 3.000 artigos técnicos foram publicados e houve melhorias em laboratórios e centros de pesquisa no Brasil. Quanto ao programa de eficiência energética, foram concluídos 4.850 projetos, com um investimento total de 5,9 bilhões

de reais e um investimento médio anual de aproximadamente 550 milhões de reais (ANEEL, 2020).

Apesar dos altos investimentos, dos avanços quantitativos na produção científica e da capacitação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) considera esses resultados como modestos (ANEEL, 2020). A baixa efetividade da transformação desses avanços em inovação aplicada ao setor, levou a ANEEL a propor um Novo modelo de PD&I.

O novo programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), publicado em 2023, enfatiza a inovação. As empresas do setor devem destinar pelo menos 50% dos recursos de PD&I para desenvolver e implementar soluções voltadas para o mercado com tecnologia comprovada em ambiente real. Os Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PROPD&I) são um guia de procedimentos dirigidos notadamente às empresas do setor elétrico reguladas pela ANEEL com obrigatoriedade de atendimento à Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000 (ANEEL, 2022).

Complementando o PROPD&I, a ANEEL publica periodicamente o Plano Estratégico Quinquenal (PEQuI), um instrumento do planejamento de médio e longo prazo da ANEEL, que inclui objetivos estratégicos, metas e indicadores para o PD&I ANEEL. O PEQuI define o papel, valores e objetivos a serem alcançados no quinquênio, além de monitorar e avaliar a execução dos portfólios das empresas do SEB para alcançar resultados. Assim, a cada cinco anos a ANEEL atualiza o PEQuI, mantendo o PROPD&I. As Diretrizes do PD&I ANEEL são:

- A inovação como propulsora permanente da evolução do Setor Elétrico Brasileiro;
- A inovação como indutor do desenvolvimento sustentável nacional;
- A inovação voltada para a liderança tecnológica na transição energética;

- A cultura da inovação como indutora de novas competências técnicas no país;
- A inovação como instrumento de inserção de soluções no mercado; e
- A inovação como instrumento de política pública e regulação.

Esta evolução explicita que há uma mudança em curso no cenário nacional no que concerne ao programa de PD&I da ANEEL, com ênfase na busca de resultados mais palpáveis, considerando-se os vultuosos recursos alocados para a inovação do setor.

4.1.1. Nível de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão em TRL

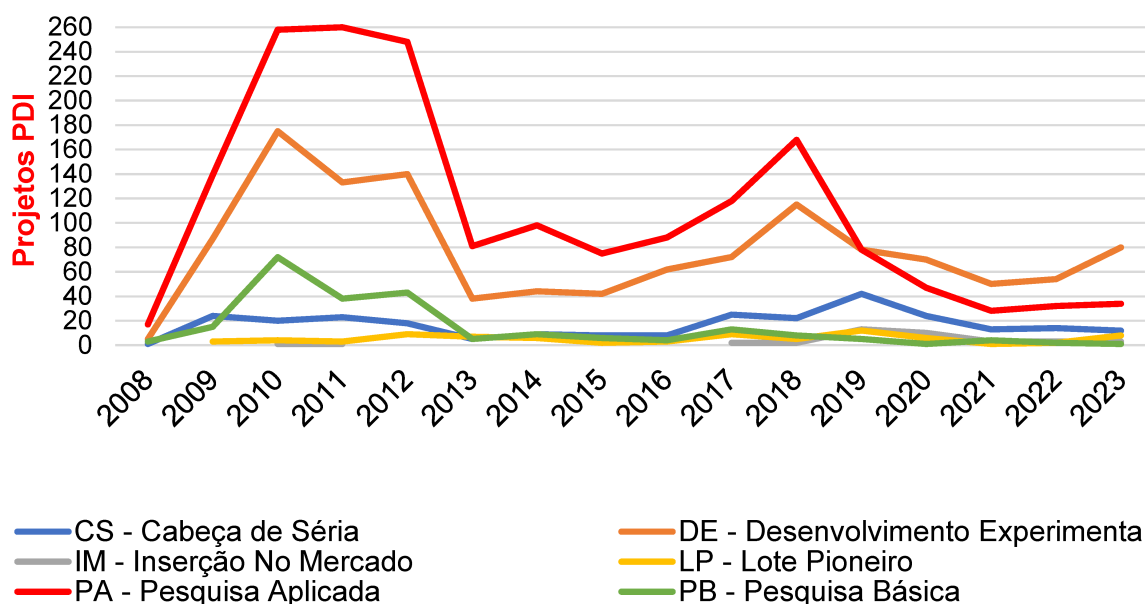
O resultado de um projeto varia conforme sua natureza, fase e características específicas. Até 2023, a ANEEL usava as seguintes características para descrever a maturidade do projeto PD&I (ANEEL, 2018):

- **Pesquisa Básica Dirigida (PB):** Resulta em novos materiais, estruturas, modelos ou algoritmos ao buscar conhecimento sobre novos fenômenos para desenvolver produtos inovadores.
- **Pesquisa Aplicada (PA):** Gera metodologias, técnicas, protótipos de equipamentos, modelos digitais ou de processos ao aplicar conhecimento adquirido para desenvolver ou aprimorar produtos e processos.
- **Desenvolvimento Experimental (DE):** Produz softwares, serviços novos ou aperfeiçoados, projetos piloto, protótipos para testes e demonstrações ao comprovar a viabilidade técnica de novos produtos ou a melhoria do que já existe.
- **Cabeça de Série (CS), Lote Pioneiro (LP) e Inserção no Mercado (IM):** Focam no aprimoramento do produto visando à produção industrial e/ou comercialização. CS melhora protótipos anteriores, LP produz em escala piloto

e IM busca difundir os resultados com estudos mercadológicos, patentes e serviços de transferência de tecnologia.

Na Figura 9 vemos a evolução dos projetos PD&I da ANEEL conforme o nível de maturidade. Percebe-se que os níveis mais maduros tecnologicamente, como o Lote Pioneiro e Inserção de mercado historicamente representam uma parte ínfima dos projetos de PD&I da ANEEL. O que corrobora com as críticas de que o Programa necessita de mudanças para que o PD&I alcancem resultados aplicáveis ao mercado e, assim, gere benefícios econômicos e sociais.

Figura 9. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação



Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2023)

Na Tabela 5 são apresentados em números os dados de projetos de PD&I da ANEEL. Percebe-se muitas variações na quantidade de projetos em todas as fases de maturidade e no número total de projetos por ano. Isso revela que historicamente o PD&I sofreu muitas variações. E por isso, conforme já citado, foi criticado pelo Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e órgãos como TCU e IPEA por falta de previsibilidade e transparência. O que gera insegurança nos atores deste ecossistema.

Tabela 5. Número de projetos por fase Classificação conforme sua posição na cadeia de Inovação

Fase do projeto na Cadeia de Inovação	Cabeça de Série	Desenvolvimento Experimental	Inserção no Mercado	Lote Pioneiro	Pesquisa Aplicada	Pesquisa Básica	Total Geral
2008	1	5			17	3	26
2009	24	87		3	139	15	268
2010	20	175	1	4	258	72	530
2011	23	133	1	3	260	38	458
2012	18	140		9	248	43	458
2013	5	38		7	81	5	136
2014	9	44		6	98	9	166
2015	8	42	1	2	75	6	134
2016	8	62		3	88	4	165
2017	25	72	2	9	118	13	239
2018	22	115	2	5	168	8	320
2019	42	78	13	12	78	5	228
2020	24	70	10	6	47	1	158
2021	13	50	3	1	28	4	99
2022	14	54	3	2	32	2	107
2023	12	80	3	8	34	1	138

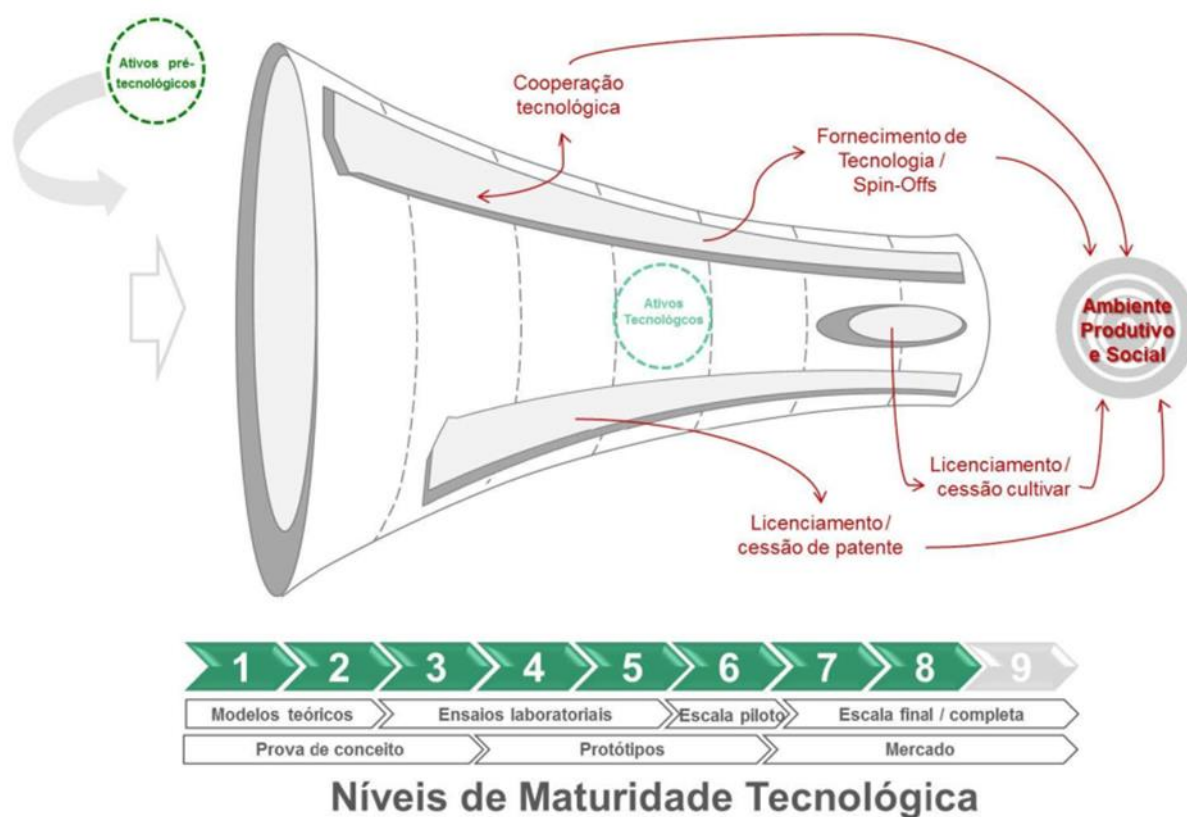
Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados de ANEEL (2023)

A partir de 2023, a ANEEL adotou uma nova métrica para o nível de maturidade tecnológica, a Technology Readiness Level (TRL), também conhecida como Nível de Maturidade Tecnológica (NMT). Essa metodologia visa avaliar a prontidão tecnológica de projetos de pesquisa específicos. O termo “maturidade tecnológica” foi cunhado na década de 1950. O conceito de TRL evoluiu durante as décadas de 1970 e 1980 até ser aprimorado pela Agência de Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos (NASA).

A escala da metodologia TRL varia de TRL 1, quando a tecnologia está sendo descoberta, até TRL 9, quando a tecnologia está pronta para entrar no mercado. O Objetivo Estratégico 6 (OE6) do novo programa de PD&I da ANEEL, visa garantir que

pelo menos 50% dos recursos sejam investidos em projetos com TRL maior que 6. Ou seja, que haja avaliação da tecnologia próximo do real em ambiente operacional, ou num sistema real, e que a tecnologia tenha demonstrado a validação das condições especificadas. A progressão dos níveis de TRL nem sempre segue uma trajetória linear. Frequentemente, essa evolução se assemelha a um funil de inovação aberta, conforme ilustrado na Figura 10. Durante o desenvolvimento de uma tecnologia, novas oportunidades são identificadas e incorporadas, resultando na geração de novas tecnologias, porém em estágios de maturidade inferiores.

Figura 10. Modelo conceitual de inovação aberta e sua relação com a escala TRL



Fonte: EMBRAPA (2017)

Segundo ANEEL (2022a), os níveis de TRL podem ser descritos como se segue:

- **TRL 1:** Ideias promissoras sobre a tecnologia surgem a partir do conhecimento atual e inovação, como em perspectivas futuras e partes de documentos técnicos e de patentes.

- **TRL 2:** Geralmente, ocorrem mapeamentos de big data com palavras-chave relacionadas à tecnologia, sendo citada em resumos de eventos como congressos e *hackathons*.
- **TRL 3:** Publicações de artigos em revistas indexadas sobre a tecnologia são comuns nesse estágio.
- **TRL 4:** Neste ponto, são registradas patentes de invenção ligadas à tecnologia, muitas delas conhecidas como "patentes acadêmicas" de instituições de ensino e pesquisa.
- **TRL 5:** Licenciamentos e depósitos de patentes por empresas, incluindo aquelas em colaboração com instituições acadêmicas, são frequentes. Muitas patentes buscam proteção internacional através do *Patent Cooperation Treaty* (PCT) visando a exportação.
- **TRL 6:** Patentes de modelo de utilidade são comuns, e informações adicionais podem ser encontradas em relatórios financeiros e sociais de empresas relacionadas à tecnologia.
- **TRL 7:** Avalia-se o potencial de comercialização e a valorização da tecnologia neste estágio.
- **TRL 8:** Estudos de mercado são essenciais, assim como a comparação com tecnologias similares existentes, para estimar o mercado potencial e possíveis impactos.
- **TRL 9:** A tecnologia está pronta para ser comercializada, com foco em aspectos legais e regulatórios.

Entre as vantagens apontadas pela ANEEL (2022a) para o uso da metodologia TRL, destacam-se:

1. **Avaliação da Introdução no Mercado:** A TRL permite avaliar a possibilidade de introdução de uma tecnologia no mercado e o tempo necessário para isso.
2. **Estimativa de Investimentos e Riscos Financeiros:** Ela auxilia na estimativa dos investimentos necessários e dos riscos financeiros associados ao desenvolvimento tecnológico.
3. **Permanência no Mercado:** A metodologia ajuda a avaliar a viabilidade de permanência da tecnologia no mercado.
4. **Identificação da Demanda Tecnológica e Potencial de Desenvolvimento:** Ela também permite definir a demanda tecnológica e o potencial de crescimento.
5. **Medição do Progresso em PD&I:** A TRL é útil para medir o progresso das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) nas empresas de energia elétrica.
6. **Tomada de Decisões Estratégicas:** Ela auxilia na tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento e à transição da tecnologia.

No Quadro 2 é apresentada uma equivalência entre a métrica antiga da ANEEL para maturidade tecnológica (fases de classificação dos projetos) e o nova métrica adotada pela ANEEL (TRL).

Quadro 2. Relação entre Grau de maturidades TRL e fases de classificação da Cadeia de Inovação

Grau de Maturidade Tecnológica — TRL								
Baixo			Médio			Alto		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pesquisa Básica Dirigida		Pesquisa Aplicada	Desenvolvimento Experimental		Cabeça de Série		Lote Pioneiro	Inserção no mercado
Cadeia de inovação								

Fonte: ANEEL (2022a)

Embora a adoção da métrica TRL, amplamente usada no mundo, possa ser considerada positiva, a priorização de recursos em projetos com potencial de alcançar níveis tecnológicos de alta maturidade, acima de 6 (seis), requer uma análise aprofundada de seus impactos. Isso porque, as decisões mal fundamentadas podem prejudicar a inovação em projetos de PD&I e desencorajar a criatividade devido ao risco de não atingir os resultados planejados, levando a prejuízos. Nem todos os projetos inovadores geram retorno financeiro imediato, mas ainda assim são relevantes, especialmente os de inovação incremental ou com foco em aspectos intangíveis, como segurança. Conforme recomendação dos órgãos reguladores é necessário considerar indicadores de monitoramento e avaliação específicos.

Ainda no que tange ao objetivo de altos níveis de maturidade no PD&I da ANEEL, o papel de criação de empresas nascentes, as startups, se mostra relevante, pois permite acelerar o escalonamento de um produto com TRL > 6. A seguir, são apresentadas as características destes empreendimentos de alto risco e sua evolução para uma empresa consolidada.

4.1.2. *Startups*

Startups são organizações empresariais ou societárias que estão começando ou têm pouca experiência operacional e se destacam pela aplicação da inovação em seus modelos de negócios, produtos ou serviços, conforme definido no artigo 4º da Lei Complementar nº 182, de 01 de junho de 2021, que estabelece o Marco Legal das *Startups* e do Empreendedorismo Inovador.

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.045/2022 permite que as *startups* colaborem com empresas reguladas do setor elétrico brasileiro (SEB) para buscar e acelerar soluções inovadoras para desafios específicos, desde que as empresas reguladas e seus funcionários não tenham participação no capital das *startups*. Essa colaboração inclui atividades como aceleração e escalabilidade das *startups*, custos relacionados a essas atividades e custos de execução de projetos ou programas.

Essa resolução está alinhada com a Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021, também conhecida como Lei das *Startups*, que estabelece o marco legal para

startups e empreendedorismo inovador. Esse marco legal é um avanço significativo para a atividade econômica e tecnológica do país, reconhecendo a inovação como um impulsionador do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Ao permitir que empresas *startups* sejam contratadas com recursos do Programa PD&I da ANEEL, a resolução contribui para o objetivo da Lei das *Startups* de promover ambientes favoráveis ao empreendedorismo e valorizar a segurança jurídica e a liberdade contratual (ANEEL, 2022a).

4.2. Avaliações da ANEEL dos projetos PD&I

As empresas de energia incluídas no Plano Estratégico de Inovação serão avaliadas com base em metas e indicadores estabelecidos previamente. No âmbito do PD&I da ANEEL, cada indicador, definido no Plano Estratégico Quinquenal de Inovação (PEQuI), terá metas mínimas associadas. Ao superar essas metas mínimas, a empresa poderá obter parte dos resultados financeiros dos projetos do portfólio. No entanto, se as metas não forem alcançadas, a empresa será financeiramente penalizada.

Com base nas avaliações realizadas, serão implementadas medidas para melhorar os resultados das empresas de energia elétrica ou recompensá-las por seus desempenhos. A avaliação individual, conhecida como Avaliação Multiatributo de Portfólio de PD&I de Empresas de Energia Elétrica (AMPERE), utiliza um método de pontuação que atribui pesos proporcionais a cada indicador, conforme definido no PEQuI. Os indicadores da AMPERE são estabelecidos durante a elaboração e aprovação do PEQuI.

Na avaliação coletiva de portfólios, as empresas de energia com a mesma faixa de Receita Operacional Líquida (ROL) são comparadas entre si por meio da Avaliação Multiatributo de Portfólios de PD&I ANEEL (AMPARA). Essa avaliação permite identificar qual empresa apresenta resultados mais próximos do ideal para um programa PD&I. Em ambos os modelos, será determinado o percentual de ganho dos resultados ou a parcela que deve retornar à conta de PD&I.

O monitoramento dos resultados dos projetos PD&I se dá em diversos momentos, especificamente de recorrência trimestral, anual e quinquenal.

O monitoramento trimestral, conforme estipulado no PEQul, envolvendo a emissão de resumos das informações sobre os portfólios de projetos de cada empresa. Essas informações são coletadas em duas partes: uma de natureza gerencial e outra de natureza contábil.

O monitoramento anual inclui indicadores de inovação conforme definido no PEQul, com a coleta de dados sobre diversos aspectos, tais como resultados tecnológicos, produtos desenvolvidos, prontidão tecnológica, propriedade intelectual, resultados financeiros, receitas de licenciamento e royalties, vendas de produtos, criação de empregos, qualidade, impactos socioambientais, eficiência energética, redução de emissões, créditos de carbono, gestão de resíduos, qualidade do ar, água e solo, além de indicadores de universalização e inclusão social.

O monitoramento quinquenal, segundo o PEQul, inclui a coleta de dados sobre esforços, envolvimento com startups, capacitação de pessoal, registros de propriedade intelectual, publicações técnico-científicas, níveis de maturidade tecnológica, retornos de investimentos em *startups* e outros benefícios.

Com o intuito de aprimorar a gestão e transparência do programa da ANEEL, foi estabelecida a Plataforma de Inovação do Setor Elétrico (PINSE). Esta servirá como instrumento de suporte para alcançar os objetivos estratégicos e gerenciar os portfólios de projetos, disponibilizando formulários para coletar dados e gerar relatórios gerenciais de monitoramento trimestral, anual e quinquenal. A resolução destaca que essa plataforma será continuamente melhorada para possibilitar melhorias na gestão e regulamentação do PD&I, além de enfrentar os desafios de comunicação eficaz com os *stakeholders*.

O novo PD&I da ANEEL já está em atividade desde 2024, mas como todas as mudanças são muito recentes, ainda não existem dados suficientes para analisar seus resultados.

4.3. Análise de patentes no setor elétrico brasileiro

No Quadro 3 são exibidas as principais tecnologias utilizadas na seção de eletricidade para a geração de energia elétrica, incluindo energia eólica, solar, hidráulica e térmica. Essas tecnologias são categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP).

Quadro 3. Principais tecnologias categorizadas com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP)

CIP	Descrição
F03D	Motores Movidos a Vento
H01F	Imãs; Indutâncias; Transformadores; Seleção de materiais específicos devido a suas propriedades magnéticas.
H01H	Chaves Elétricas; Relés; Seletores; Dispositivos Protetivos de Emergência.
H01L	Dispositivos Semicondutores; Dispositivos Elétricos de Estados Sólido não incluído em Outro Local
H02B	Quadros de Distribuição, Subestações ou Disposições de Chaveamento para Suprimento ou Distribuição de Energia Elétrica
H02G	Instalações de Cabos ou Linhas Elétricas ou Combinação de Cabos e Linhas Elétricas como Dispositivos Ópticos.
H02K	Máquinas Dínamo-Elétricas

Fonte: INPI (2023)

Na Tabela 6 é apresentada uma comparação, em ordem alfabética de países e seu desempenho em cada CIP, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em todo o mundo, utilizando dados do Patentscope. O período analisado foi de 1º de fevereiro de 2014 a 24 de fevereiro de 2024.

Foram selecionados oito dos principais países depositantes de patentes em cada uma das subclasses mais relevantes da Classificação Internacional de Patentes (CIP) relacionadas a equipamentos utilizados no setor elétrico. Os dados foram obtidos por meio de uma pesquisa que utilizou a seguinte equação de consulta: CTR: PP AND DP: ([01.02.2014 TO 24.02.2024]) AND IC:XXX, onde PP representa o país (por exemplo, CN para China) e XXX representa a classificação internacional de patentes, por exemplo, F03D, que representa as patentes relacionadas aos Motores Movidos a Vento.

É importante assinalar que um documento depositado em um país pode estar ligado a depósitos de patentes da mesma família em diversos países.

Tabela 6. Comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em diversos países.

País	% F03D	%H01F	%H01H	%H01L	%H02B	%H02G	%H02K
Alemanha	3,38	2,58	2,11	1,99	0,70	1,69	4,08
Brasil	0,29	0,12	0,09	0,02	0,02	0,07	0,09
Canadá	1,61	0,46	0,50	0,11	0,23	0,57	0,49
China	69,30	69,45	79,84	48,66	94,26	83,80	73,14
Coreia	5,49	5,69	3,84	11,50	1,97	4,14	4,01
Dinamarca	4,44	0,10	0,12	0,03	0,05	0,20	0,14
Estados Unidos	11,33	11,91	7,53	23,82	1,37	4,46	9,14
Japão	4,16	9,69	5,98	13,86	1,39	5,07	8,91
Quantidade total	76.935	196.007	194.069	1.270.745	202.675	236.084	336.485

Fonte: autoria própria (2024), utilizando dados do *PatentScope*

A comparação das patentes entre os países, revela a China (destacado em marrom na Tabela 6) como o país com mais depósitos de patentes em todas as categorias de Classificação Internacional de Patentes (CIP) citadas no recorte pesquisado, seguida por Estados Unidos e Japão. Adicionalmente, destaca-se que na última década houve um forte crescimento de depósitos de patentes na China nas referidas CIPs.

Ao analisar os dados da Tabela 6, fica evidente uma grande disparidade entre os depósitos de patentes relacionados às tecnologias do setor elétrico feitos pelo Brasil e pelos demais países. Apesar de ser um dos maiores produtores mundiais de energia elétrica, o Brasil ocupa a última posição na Tabela 6 (destacado em amarelo) em termos de número de depósitos de patentes relacionados ao setor elétrico.

É importante ressaltar que, dos depósitos listados na Tabela 6 para o Brasil, apenas 21% deles são efetuados por residentes no Brasil. Destacando-se que o termo “residentes” também inclui empresas estrangeiras que possuem escritório legalmente constituído no Brasil. Isso revela que muitas das tecnologias não são desenvolvidas no país, embora sejam consumidas no Brasil. Por exemplo, a subclasse H01L, que abrange tecnologias como células fotovoltaicas, uma forte tendência mundial para a geração de energia elétrica limpa e econômica, registra apenas 294 depósitos de patentes no Brasil de um total de mais um milhão e duzentas mil patentes no mundo.

Durante a pesquisa realizada para a elaboração da Tabela 6, para a comparação, em porcentagem, do número de pedidos de patentes em todo o mundo, foi realizada uma busca considerando o recorte nacional. Constatou-se que algumas concessionárias de energia elétrica do Brasil possuem pedidos de patentes registrados nas classificações analisadas. Consultando o Patentscope encontra-se 82 resultados com o nome CEMIG nos campos autor ou requerente. Foram encontradas também patentes de outras empresas do Setor Elétrico Brasileiro, destacando-se FURNAS, CEPEL, CEEE, Eletropaulo, CPFL, LIGHT e TAESA.

De acordo com relatório da Elsevier (2023), o Brasil ocupa o 14º lugar em produção científica. O Relatório do WIPO de 2022 revela que o Brasil é o 26º em pedidos internacionais de patente no sistema PCT (WIPO, 2022). O que revela a baixa quantidade de patentes em relação ao alto número de artigos publicados no Brasil. Essa discrepância indica uma oportunidade para maior integração entre academia e indústria.

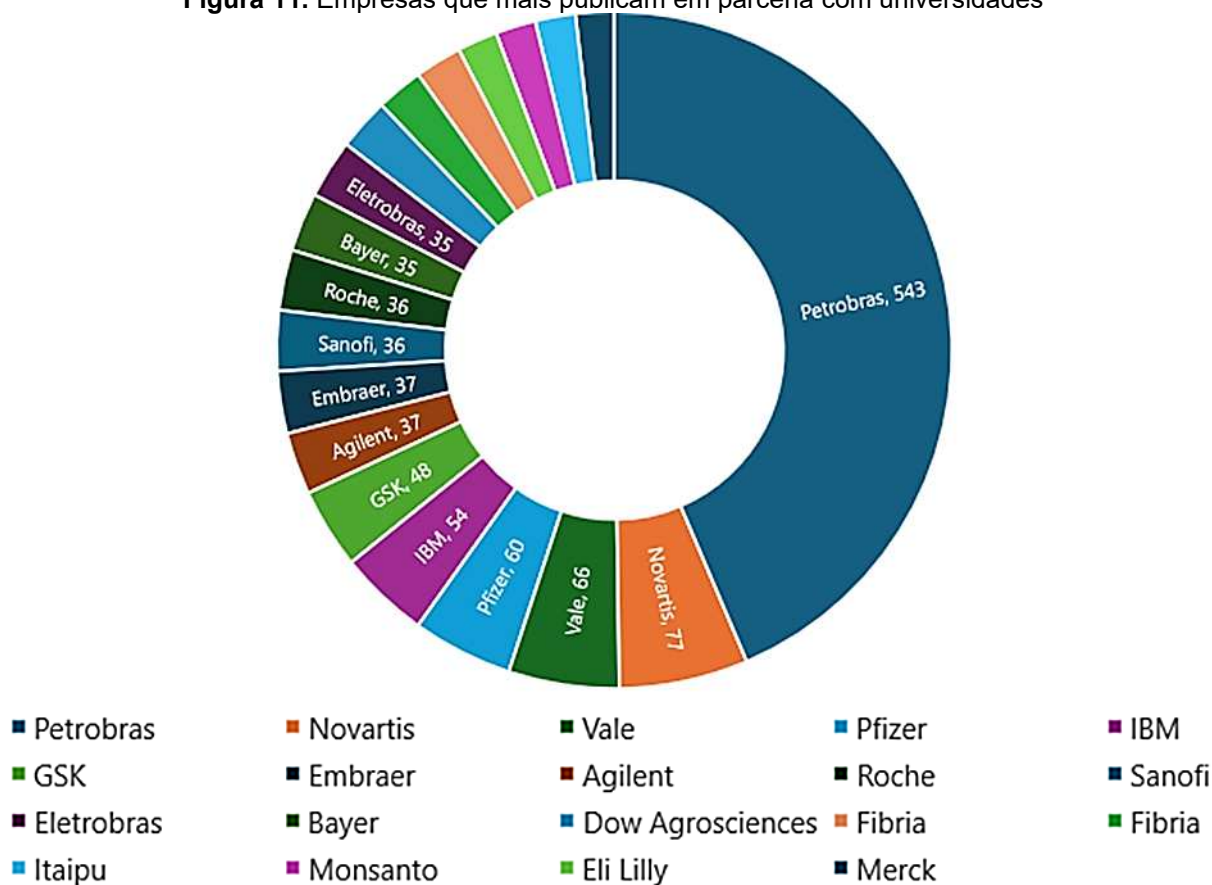
No que tange à relação academia-empresa, Medeiros (2020) destaca o crescimento do número de publicações em coautoria de pesquisadores de universidades

(destacaram-se apenas as universidades públicas) e a indústria. Tal parceria indica um aumento do envolvimento das universidades com a indústria. Não se limitando a consulta, contrato de prestação de serviços pesquisa ou doações de pesquisa. Dentre as empresas elencadas, tem se apenas a Eletrobrás e a Itaipu como representantes do setor elétrico.

Entre as empresas que mais publicam em conjunto com as universidades brasileiras se destaca a Petrobras com uma quantidade cerca de 700% acima da segunda colocada, Novartis, conforme indica a Figura 11 (MEDEIROS, 2020).

Essa imensa diferença pode ser justificada pelo setor de óleo e gás apresentar lucros altos comparados a outros setores e também por ter investimentos obrigatórios de Fundos Setoriais,(CT Petros) em projetos de PD&I nas universidades e centros de pesquisa (MEDEIROS, 2020).

Figura 11. Empresas que mais publicam em parceria com universidades



Fonte: adaptado de Medeiros (2020)

O Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL impulsionou o surgimento de redes de cooperação no setor elétrico. Entre 2001 e 2004, as primeiras redes de cooperação foram estabelecidas entre institutos de pesquisa e empresas de base tecnológica, com algumas concessionárias atuando como incubadoras virtuais para os projetos de PD&I da ANEEL. Nesse modelo, empresas e institutos de pesquisa colaboravam de forma simbiótica em projetos de PD&I (FERNANDINO; OLIVEIRA, 2010). Com a implementação da Lei, os recursos para PD&I passaram a ser gerenciados tanto pelo governo, por meio de fundos setoriais como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e o Programa de Eficiência Energética, quanto pelas empresas do setor.

Desde o início, a Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no setor elétrico brasileiro tem enfrentado uma trajetória de ajustes, caracterizada por mudanças frequentes no marco regulatório. Nos anos de vigência do Programa, houve progressos notáveis, incluindo o fortalecimento das capacidades tecnológicas e o estabelecimento de redes de colaboração com empresas de base tecnológica e núcleos de ICTs. A maioria das empresas aprimorou sua capacidade de gerenciar projetos no âmbito do Programa. No entanto, a metodologia de avaliação adotada pela ANEEL não foi suficiente para abranger adequadamente as diversas oportunidades de investimento em inovação no setor.

Dado que o setor elétrico é um monopólio natural, sujeito a barreiras legais e com poucos incentivos intrínsecos para inovar, essa harmonização de interesses é crucial (JOSKOW, 2006).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS - O CASO CEMIG

A CEMIG Distribuição possui um setor dedicado à Inovação Tecnológica (IT). Esse setor apoia a busca de parceiros e a execução de projetos de PD&I, além de gerenciar o portfólio de marcas, patentes e programas de computador da CEMIG e suas empresas coligadas.

O Setor de IT conta com o apoio de empresas especializadas para solicitar novos pedidos de proteção de propriedade intelectual, acompanhar processos pendentes no INPI, manter os direitos já concedidos e fornecer consultoria técnica.

Esta área da empresa, com apoio de terceiros, também realiza pesquisas de anterioridade de marcas e patentes para solicitar novos direitos, gerencia procedimentos de patente, desenho industrial, marca e programa de computador, acompanha semanalmente os processos, monitora prazos e gera as taxas do INPI (GRUs - Guia de Recolhimento da União).

Além disso, a CEMIG possui inúmeros projetos inovadores, muitos com investimentos significativos. Um exemplo é o projeto de transformação digital, que envolve R\$ 1,4 bilhão em tecnologia e inovação para aprimorar processos, reduzir riscos e garantir uma gestão mais eficiente (CEMIG, 2024a).

Em 2021, a Companhia foi a primeira distribuidora do setor elétrico a oferecer aos clientes a opção de pagamento de faturas de energia via PIX. No ano seguinte, foi pioneira na implementação de uma Unidade de Resposta Audível (URA) cognitiva baseada em inteligência artificial, permitindo que dúvidas e solicitações feitas por chamada telefônica fossem respondidas com qualidade e sem a intervenção de um atendente humano (CEMIG, 2024).

Em 2022, a CEMIG iniciou uma parceria com uma startup para desenvolver o Sistema Integrado de Visão Computacional para Proteção à Receita e Segurança do Trabalho. A tecnologia da startup usa inteligência artificial (IA) para capturar e interpretar imagens, desempenhando funções que normalmente seriam realizadas por humanos.

O software consegue detectar e alertar sobre mudanças na rede e possíveis pontos de invasão, proporcionando uma cobertura completa do sistema elétrico com a periodicidade adequada para cada circuito de energia, dependendo de sua criticidade. Isso resulta em dados mais precisos, facilitando a detecção rápida e objetiva de problemas, além de otimizar o deslocamento das equipes de manutenção, o que leva a uma redução de custos no processo (CEMIG, 2024).

Em 2024, a CEMIG anunciou a implantação do Sistema Avançado de Gestão de Distribuição de Energia (ADMS, na sigla em inglês), que permite o melhor planejamento e gerenciamento da rede elétrica, também com orçamento bilionário (CEMIG, 2024).

Para aprimorar as relações com ecossistemas de inovação, a CEMIG criou uma gerência para ações de Inovação Aberta. Em 2024, foi lançado o "Inova CEMIG.Lab", o maior programa de inovação aberta do setor elétrico nacional. Nele, startups podem submeter propostas para desenvolver e validar soluções inovadoras aos desafios da CEMIG, com apoio financeiro de até R\$ 1,6 milhão por solução.

Ao longo do histórico de PDI da Cemig, há muitos casos de sucesso, todos focados na solução de problemas relevantes da empresa. Um exemplo recente é o Projeto de P&D D0722/D0727 (Fase I/Fase II), que consiste em uma planta-piloto pioneira no Brasil com dois grandes Sistemas de Armazenamento de Energia em Baterias integrados à rede de distribuição. Esses sistemas regulam a tensão e controlam a potência reativa, cortam picos de carga, suavizam a potência, agendam o despacho de potência, compensam reativos, fornecem energia em contingências e interagem com as usinas fotovoltaicas da UFMG e do Mineirão. A execução deste PDI criou um grande laboratório a céu aberto, que além de garantir a qualidade do fornecimento de energia elétrica, é usado em pesquisas de interesse da Cemig e da UFMG e na transferência de conhecimento, sendo aproveitado também em outros projetos de PDI da Distribuidora.

Além dos grandes projetos de inovação dentro e fora do programa de PDI Aneel, existem inúmeras inovações feitas na rotina de trabalho da empresa que muitas vezes não são classificados internamente como inovação, apesar de proporcionarem

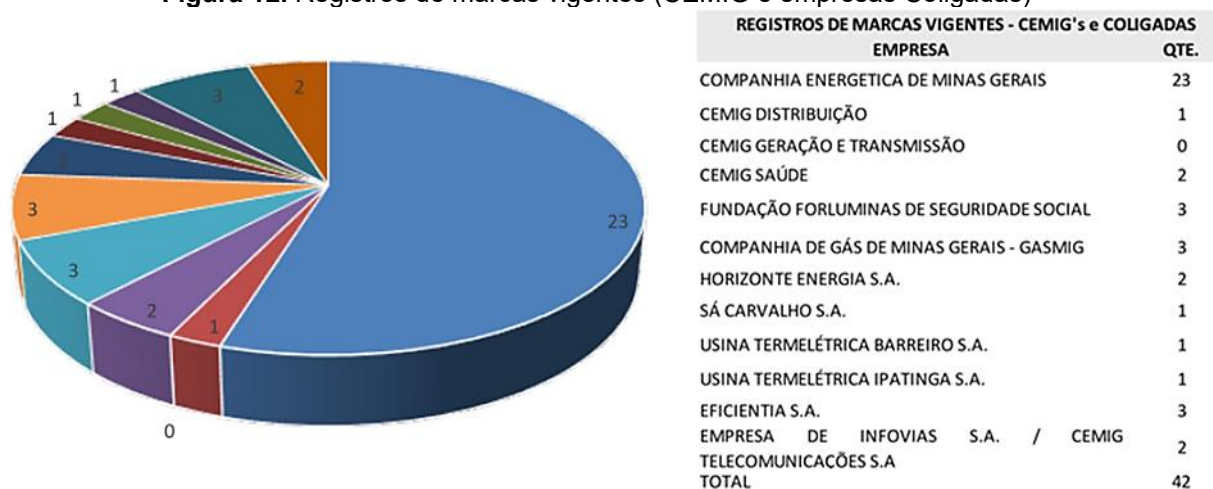
melhoria de processos, redução de custos e de serem aplicadas nas redes de Geração, Transmissão e Distribuição.

Identificar e mensurar essas iniciativas seria um trabalho extremamente árduo. O qual fugiria do escopo deste trabalho. Destaca-se que a dificuldade para um mapeamento abrangente dessas inovações fora do PD&I da ANEEL e dos grandes projetos da CEMIG, evidencia uma oportunidade de amadurecimento da cultura de inovação da empresa.

Diante do exposto, o estudo de caso da CEMIG foi limitado ao PD&I da ANEEL, patentes, registro de marcas e registro de software.

A partir da consulta ao banco de dados do INPI e da análise documental interna, considerando-se os registros de marcas das empresas que constituem o grupo CEMIG, constata-se que a empresa possui no total 42 registros de marcas, conforme exposto na Figura 12. As marcas incluem algumas usinas de geração de energia e marcas relacionadas às atividades acessórias à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Figura 12. Registros de marcas vigentes (CEMIG e empresas Coligadas)



Fonte: autoria própria (2024)

Ressalta-se que dentro do grupo CEMIG existem diversas pessoas jurídicas, destacando-se a CEMIG Distribuição, CEMIG Geração e Transmissão, e GASMIG (Distribuidora exclusiva de gás natural canalizado em todo o território mineiro). Embora o grupo possua mais de 40 marcas registradas, os registros de patentes em

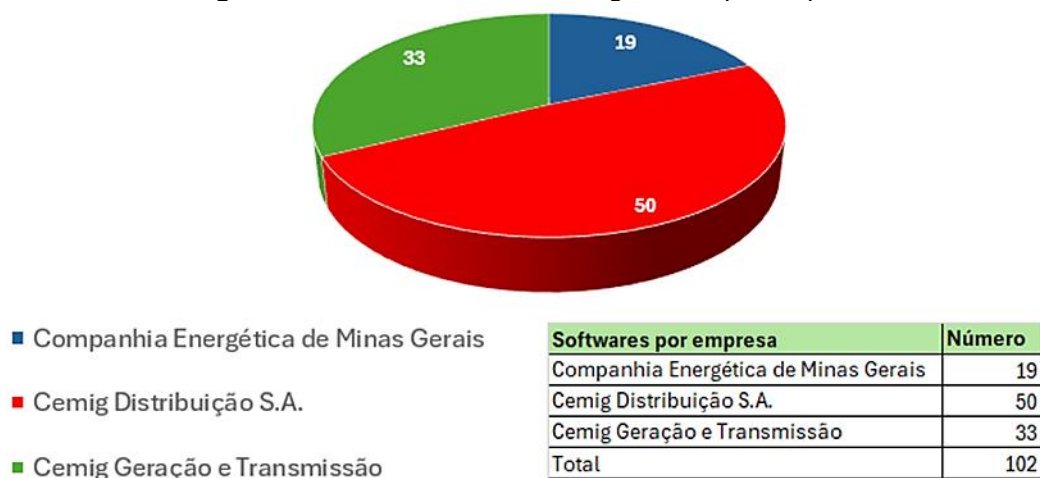
quase sua totalidade são relacionados apenas a duas pessoas jurídicas, CEMIG Distribuição e CEMIG Geração e Transmissão.

Algumas marcas do Grupo CEMIG não têm uma cultura de proteção de suas inovações por meio de patentes. Isso é esperado para marcas que não atuam em atividades tecnológicas, como a Fundação de Seguridade Social. No entanto, no caso da GASMIG, seria razoável esperar mais patentes devido à sua abrangência e à natureza tecnologicamente intensiva de suas operações, mas até 2023, apenas quatro patentes foram encontradas.

Enquanto a CEMIG Geração e Transmissão e a CEMIG Distribuição investem de forma compulsória em PD&I, a GASMIG não está sujeita à essa obrigação legal. Assim, questiona-se se a falta de patentes registradas na GASMIG, estaria relacionada à falta de obrigatoriedade de investimento em PD&I.

Analisando o capital intelectual da CEMIG para além das patentes e marcas registradas, são mostrados na Figura 13 os registros de software por empresa do grupo e empresas coligadas. Deve-se mencionar que dois dos registros foram realizados erroneamente com o titular sendo uma pessoa física³, e estão enquadrados na CEMIG Distribuição.

Figura 13. Número de softwares registrados por empresa



Fonte: autoria própria (2024)

³ (Dilmar Gonçalves da Cunha), devendo ser enquadrado na Cemig Distribuição, e o processo de correção junto ao INPI já foi iniciado.

O número significativo de registros de software da CEMIG revela que a empresa desenvolve muitas de suas próprias ferramentas de tecnologia da informação. O quantitativo pode ser considerado expressivo, dada a alta velocidade do desenvolvimento de softwares, e, de forma geral, do curto período para que muitos deles se tornem obsoletos.

Pesquisando-se, na base *Patentscope* em fevereiro de 2024 as patentes com o requerente CEMIG ou Companhia Energética de Minas Gerais, foram encontradas 81 patentes. Dentre elas, algumas já não estão mais protegidas por terem mais de 20 anos. E outras a CEMIG não tem mais o interesse econômico sobre a invenção. Para efeito de comparação, repetiu-se a pesquisa com outras Distribuidoras, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7. Número de patentes por empresa do setor elétrico

Empresa	CEMIG	Copel	CPFL	LIGHT	Celesc	Neoenergia
Número de patentes	81	79	68	38	32	4

Fonte: autoria própria (2024)

Dentro do escopo desta pesquisa, a CEMIG é a empresa com o maior número de patentes. No entanto, nenhuma empresa do setor elétrico possui um número elevado de patentes em comparação com grandes empresas brasileiras de outros setores, conforme mostrado na Tabela 8.

A quantidade de patentes mostrada na Tabela 7 pode ser considerada baixa, dado que o Brasil possui cerca de 500 participantes no setor elétrico, incluindo agentes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (ONS, 2024).

Apesar do grande número de empresas no setor elétrico, há apenas dois centros de pesquisa específicos. O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), criado em 1974, inclui Eletrobrás, Chesf, Furnas, Eletronorte e Eletrosul, e coordena a inovação entre as concessionárias brasileiras (CEPEL, 2023). A Eletronorte também possui o Centro de Tecnologia, estabelecido em 1983, focado na região Amazônica (ELETRONORTE, 2023). Outros laboratórios de pesquisa no setor elétrico estão em universidades, institutos tecnológicos e empresas privadas.

Tabela 8. Número de patentes de empresas de vários setores

Empresa	Petrobras	Embraer	Vale do Rio Doce	Usiminas	Suzano Papel e Celulose
Número de patentes	3232	699	568	127	57

Fonte: autoria própria (2024)

Os dados de patentes indicam que a proteção à propriedade intelectual no setor elétrico brasileiro, por meio de patentes, é limitada, especialmente em comparação com outros setores da indústria. Até 2023, os investimentos em inovação tecnológica nas empresas do setor elétrico não resultaram em um número significativo de patentes, *royalties* ou transferências de tecnologia. Em comparação com grandes empresas estrangeiras do setor elétrico, é preciso destacar que a empresa responsável pela geração, transmissão e distribuição na China, State Grid, tem cerca de 300 mil pedidos de patentes registrados e a Companhia Elétrica da Coreia do Sul, Korea Electric Power, tem cerca de 7 mil pedidos de patentes registrados.

Esses números estão de acordo com a premissa de que as inovações do setor elétrico, sobretudo as relacionadas com o programa de PD&I ANEEL, são pouco eficazes em gerar produtos de interesse econômico e estão alinhados com o estudo conduzido por Quandt, Junior e Procopiuck (2008), o qual revelou que os investimentos em PD&I são principalmente impulsionados pela obrigação legal, não sendo norteados com o objetivo de alcançar vantagens estratégicas para as empresas.

Reitera-se que a inovação tecnológica não se limita ao registro de marcas, softwares e patentes. Muitas empresas inovadoras utilizam outros mecanismos para proteger a propriedade intelectual. No entanto, as patentes continuam sendo um indicador relevante. Elas são usadas em critérios de avaliação da maturidade tecnológica pela Aneel e são uma métrica mais tangente do que mecanismos como segredo industrial, barreiras de entrada devido à complexidade e custo do produto, curva de aprendizado, dentre outros. Dito isso, é pertinente abordar o programa responsável por grande parte da inovação tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro: o PD&I da ANEEL.

De 2011 até 2023 a CEMIG executou 296 projetos de PD&I ANEEL, no valor total de R\$ 376,6 milhões, sendo R\$ 188,9 milhões em Distribuição e R\$ 188,7 milhões em Geração e Transmissão. Neste período, apenas alguns projetos de PD&I resultaram em patentes (81) pela CEMIG D e CEMIG GT. Embora tenham sido investidos valores significativos em PD&I nesse intervalo de tempo, o retorno em termos de desenvolvimento de produtos elegíveis para patenteamento foi limitado.

O número de patentes da CEMIG, embora seja o mais significativo entre as Distribuidoras, mostra que o cenário revelado pelo estudo de Pfitzner, Salles-Filho e Brittes (2014), ainda persiste. Segundo este estudo, as empresas do setor de energia elétrica estão aumentando seus esforços em atividades de PD&I - Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, embora os esforços de inovação tecnológica ainda não sejam suficientes para a criação de um robusto Sistema Setorial de Inovação (SSI).

Na Tabela 9 são mostrados os valores totais auditados pela ANEEL para todos os participantes do PD&I junto com os valores CEMIG para efeito comparativo. Ressalta-se que os valores são apenas os que já foram aprovados em auditoria. Não estão contemplados os projetos atrasados, os que estão em curso ou os que não tiveram os valores reconhecidos pela ANEEL. Em alguns anos, por decisão da ANEEL, não houve auditoria, mesmo tendo projetos em execução.

Tabela 9. Valores de Custo total de projetos de PD&I ANEEL auditados pela ANEEL por ano. Não contempla projetos em curso, atrasados ou em processo de auditoria

Ano	Valor de Custo Total Auditado (contempla todos os agentes)	Valor Custo Total Auditado CEMIG (D e GT)
2008	R\$ 44.532.354,62	
2009	R\$ 281.361.790,68	
2010	R\$ 417.842.714,26	R\$ 105.676.363,87
2011	R\$ 587.326.160,46	R\$ 68.819.495,82
2012	R\$ 422.568.323,15	R\$ 121.439.730,05
2013	R\$ 432.933.883,66	R\$ 21.577.836,42
2014	R\$ 313.008.721,19	R\$ 30.617.208,82
2015	R\$ 272.141.222,93	
2016	R\$ 534.156.292,41	R\$ 29.396.677,78
2017	R\$ 534.483.190,24	
2018	R\$ 557.331.430,78	R\$ 128.015.058,04
2019	R\$ 288.642.624,22	R\$ 63.360.175,96
2020	R\$ 94.019.376,11	R\$ 12.534.474,69
2021	R\$ 38.292.268,88	
2022	R\$ 25.083.133,52	R\$ 6.875.286,27
2023	R\$ 5.967.196,04	
Total Geral	R\$ 4.849.690.683,15	R\$ 588.312.307,72

Fonte: ANEEL (2020)

Os valores apresentados acima se referem às quantias asseguradas mediante auditoria e por isso, não refletem com fidelidade os valores empenhados em PD&I da ANEEL. Deve-se ressaltar que os números aplicados em PD&I em anos anteriores influenciaram os números auditados em outros anos, em função de atrasos e mudanças definidas pelo órgão regulador.

Ao avaliar os números percebe-se claramente que embora não haja grandes variações nem nas receitas operacionais líquidas, nem nos investimentos em PD&I das empresas, na ANEEL, identificam-se variações abruptas nas quantias auditadas, revelando uma falta de constância e previsibilidade no projeto de PD&I da ANEEL. Isso reforça as críticas por falta de previsibilidade e transparência de órgãos como TCU (BRASIL, 2021) e IPEA (IPEA, 2012).

Para melhor compreender os projetos PD&I da ANEEL executados pela CEMIG, foram feitas entrevistas, conforme detalhado a seguir.

5.1. Questões orientativas das entrevistas

Foram entrevistados cinco profissionais da CEMIG que, em algum momento, foram gerentes de projetos de PD&I da ANEEL. Cada um deles gerenciou pelo menos dois programas de PD&I da ANEEL e também atuou como apoio técnico em outros projetos, acumulando ampla experiência no setor de PD&I da ANEEL.

No Apêndice A são transcritas as questões orientativas para realização da entrevista. A conversa com os profissionais entrevistados teve as perguntas como orientativas, e não foram aplicadas de forma rígida. Buscou-se assim assegurar que todas as perguntas fossem respondidas. Todas as entrevistas foram gravadas com a anuência dos entrevistados. Com o propósito de preservar os profissionais, os seus nomes e outras informações que possam identificá-los não serão revelados. Antes de realizar algumas perguntas ao entrevistado foi explicado de maneira sucinta o objetivo das perguntas e o contexto do programa da ANEEL.

5.2. Perfil dos entrevistados

Os entrevistados foram identificados como A, B, C, D e E para preservar suas identidades. Todos possuem mais de oito anos de experiência na CEMIG. Entre eles, 60% têm mestrado, 20% têm doutorado e 20% são bacharéis. Quanto aos projetos de PD&I da ANEEL, 80% gerenciaram dois projetos e 20% gerenciaram três projetos. Os perfis dos entrevistados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Perfis dos entrevistados

Entrevistado	Formação	Número de projetos atuando como gerente	Projetos na área de Equipamentos e Sistemas	Projetos na área de Software ou Processos	Anos dos projetos
A	Mestre em Engenharia Elétrica	2	2		2018, 2022
B	Mestre em Engenharia Elétrica	2	2		2012, 2017
C	Bacharel Analista de Sistemas	2	0	2	2015, 2019
D	Bacharel em Engenharia Elétrica e Mestre em Engenharia de Produção	2	0	2	2017, 2021
E	Doutor em Engenharia Elétrica	3	3		2011, 2016,2021

Fonte: autoria própria (2024)

5.3. Consolidação dos resultados

Com base nas entrevistas, na coleta de dados e nas análises realizadas, foi elaborado o Quadro 4, que destaca a percepção dos entrevistados em relação à expectativa de aproveitamento, conciliação com a rotina de trabalho na empresa e obrigatoriedade dos projetos. É importante notar que os entrevistados ocuparam cargos de gerência em diferentes momentos. Alguns atuaram como gerentes de PD&I há sete anos, enquanto outros ainda estão nessa posição em 2024. Portanto, seus relatos refletem o período em que gerenciaram projetos de PD&I, podendo não estar alinhados com a atualidade, devido às diversas lideranças e diretrizes de inovação ao longo do histórico de projetos de PD&I da ANEEL na CEMIG.

Quadro 4. Cenário dos projetos PD&I

Entrevistado	Expectativa inicial de que o projeto fosse aproveitado pela empresa?	Dificuldade de conciliar a rotina com o Projeto PD&I?	O projeto tinha grande preocupação em inovar ou não ser multado?	Quantos projetos foram aproveitados após o PD&I?
A	Sim	Sim	Multado	1 (50%)
B	Não	Sim	Multado	1 (50%)
C	Não	Não	Multado	1 (50%)
D	Sim	Sim	Os dois	1 (50%)
E	Sim	Não	Os dois	1 (33%)

Fonte: autoria própria (2024)

Dentre os que disseram não ter dificuldades de conciliar o projeto com a rotina, estão os entrevistados B e D, que afirmaram:

“Eu não tive problema porque desde o começo a minha gerência entendeu a importância do PD&I e reduziu minha carga de trabalho. O projeto nasceu para resolver um problema da empresa e a gente acreditava muito nele. Tivemos muito respaldo da CEMIG”.

“Não tive dificuldades em executar o PD&I em paralelo com as minhas atividades rotineiras, consegui entregar as duas coisas. Mas se eu tivesse tido um pouco mais tempo para me dedicar ao PD&I, com certeza os resultados seriam melhores”.

Apesar de não se caracterizar como um impeditivo, um maior tempo de dedicação no projeto foi destacado por um dos entrevistados como um fator que poderia melhorar os resultados.

Por outro lado, a maioria dos entrevistados, 60%, relatou dificuldade em conciliar a rotina de trabalho com as atividades de PD&I. O entrevistado C, que mencionou essas dificuldades, destacou que havia um acordo com sua gerência para dedicar um certo número de horas por semana ao PD&I, mas isso não foi cumprido:

“Quando surgia algum problema urgente ou com repercussão eu tinha que atuar. E frequentemente surgiam problemas. O PD&I era o primeiro a ser interrompido. Eu tinha muitas outras atividades que eram prioritárias para a minha área”.

Analisando as entrevistas, nota-se que a facilidade ou dificuldade em conciliar a rotina de trabalho com o PD&I variou conforme a liderança. Os entrevistados que não tiveram problemas mencionaram que seus gerentes garantiram o tempo necessário, delegando algumas tarefas a outros. Esses respondentes destacaram que o PD&I em que trabalharam foi criado para resolver um problema específico da empresa, mostrando um claro engajamento da organização com o projeto. Esse resultado está alinhado com as críticas do IPEA (2012) sobre a necessidade de alinhar os projetos às estratégias das empresas para aumentar o engajamento dos agentes no programa.

Ainda sobre a dedicação aos projetos de PD&I, 40% dos entrevistados consideraram desejável a dedicação exclusiva ao Programa da ANEEL. No entanto, 60% afirmaram que é importante manter algumas atividades rotineiras paralelas ao PD&I, pois elas contribuem para o desenvolvimento de soluções aplicáveis ao programa e para manter redes de contatos relevantes.

Mesmo entre aqueles que preferem manter algumas atividades rotineiras, foi frequentemente mencionada a necessidade de formalmente reduzir a carga de trabalho habitual para garantir o sucesso dos resultados do PD&I.

Além disso, o acúmulo de trabalho rotineiro com o do PD&I foi citado como um dos motivos pela falta de interesse de dois entrevistados em participar novamente do PD&I como gerentes, conforme exemplificado em uma das entrevistas:

“Já me convidaram para ser gerente de PD&I novamente, e eu recusei. Não quero passar novamente por aquela correria com minhas obrigações junto com PD&I, e toda aquela burocracia desses projetos da ANEEL”.

A maioria dos entrevistados afirmou que, no início do PD&I, tinham expectativas de que o projeto seria aproveitado de forma eficaz pela empresa. No entanto, ao final do projeto, a maioria percebeu que os resultados alcançados não corresponderam às suas expectativas, como evidenciado pelo relato do entrevistado B:

“Um dos projetos deu resultados que foram e ainda são usados pela casa. O sistema desenvolvido pelo PD&I foi planejado para substituir outras

ferramentas. Mas o outro projeto não foi continuado. Nele tivemos como ganho apenas o aprendizado durante o programa”.

As entrevistas revelaram que metade dos projetos de PD&I não foram utilizados pela CEMIG após a conclusão. Para a outra metade, considerada utilizada pelos entrevistados, não se avaliou a extensão, qualidade ou a duração do uso devido à dificuldade em obter essas informações com precisão. Este contexto está de acordo com uma das justificas de revisão do Programa de PD&I da ANEEL em 2023, a qual apontou que os produtos inovadores, apesar de representarem avanços, estavam aquém dos investimentos significativos do Programa (ANEEL, 2020). Esse achado também é corroborado pelo estudo de Pompermayer (2012), que indica a incapacidade do Programa de gerar inovação aplicada ao setor elétrico brasileiro.

Outro aspecto relevante obtido nas entrevistas é que, na visão de todos os entrevistados, o PD&I da ANEEL, nos formatos vigentes até 2023, tinha como principal objetivo, do ponto de vista das Distribuidoras, cumprir a legislação, com a inovação como uma consequência secundária. Alinhado a esse pensamento está o relato do entrevistado A:

“Os nossos projetos tinham o objetivo de inovar, de gerar valor para a empresa. Mas apesar do nosso empenho na inovação, a gente tinha em mente que era mais valorizado termos bom desempenho administrativo do que técnico. Por exemplo, entre um projeto perfeito do ponto de vista técnico, que fosse inovador, mas com algumas falhas administrativas e um segundo projeto perfeito administrativamente, mas cheio de falhas técnicas, era mais bem visto o segundo caso.”

Alguns entrevistados afirmaram que, embora os projetos de PD&I tenham focado mais em evitar punições legais do que em promover a inovação, isso tem mudado lentamente. Eles acreditam que as novas regras da ANEEL podem ajudar a priorizar resultados inovadores e aplicáveis, conforme mencionado pelo entrevistado E.

“Sempre fomos muito focados em primeiro cumprir rigorosamente as regras da ANEEL. Mas nos últimos anos estamos mais preocupados em fazer algo de impacto. A empresa amadureceu ao longo do processo. E entende que fazer por fazer é pouco”.

Nesta linha o entrevistado D afirmou:

“O desafio para fazer com que as Distribuidoras tenham a inovação como o grande objetivo dos PD&I ANEEL é grande. Mas vejo com bons olhos o novo

programa de 2024. Acho que as novas regras vão acelerar um amadurecimento em todas as empresas”.

Os relatos acima revelam que o baixo envolvimento dos agentes nas atividades de PD&I, frequentemente priorizando a conformidade com as regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos, conforme apontado por Carvalho et al. (2014), também ocorre na CEMIG.

Outro aspecto citado frequentemente nas entrevistas foi a falta de estrutura dentro da própria CEMIG para melhor apoiar o PD&I da ANEEL. As entrevistas revelaram a necessidade de capacitar pessoas que, embora não estejam formalmente listadas nos projetos de PD&I, desempenham papéis importantes na evolução dos projetos devido às suas atribuições na empresa. Os processos de PD&I muitas vezes não seguem os caminhos naturais já estabelecidos na empresa. Segundo os entrevistados, abrir esses novos caminhos para realizar tarefas simples, como contratar serviços ou permitir que empresas parceiras usem a rede de dados e servidores da Distribuidora, demanda muito tempo e energia, como apontado pelo entrevistado A.

“Tem passos simples do PD&I que por não serem executados nos caminhos usuais da empresa geram um trabalho administrativo absurdo. Os diversos setores da empresa não estão preparados para atenderem pequenas peculiaridades do PD&I ANEEL”.

Além de enfrentar a rigidez do ambiente altamente regulado do setor elétrico, conforme aponta Joskow (2006), as entrevistas indicam que a CEMIG poderia ter maior flexibilidade interna para melhor aproveitar as aprendizagens dos projetos anteriores.

Embora a inovação frequentemente exija novos métodos e procedimentos, a empresa já concebeu muitas soluções ao longo de seu extenso histórico de projetos de PD&I. No entanto, essas soluções não foram formalizadas nem disseminadas para serem usadas em situações futuras semelhantes. Como resultado, é necessário revisitar todo o processo em situações com demandas semelhantes já superadas, tornando o PD&I mais lento e trabalhoso do que seria com uma memória clara e acessível dos aprendizados anteriores.

Também foi relatado por alguns entrevistados que muitas áreas da empresa ainda enxergam o PD&I como uma atividade pouco relevante. E como o PD&I é executado pela empresa como um todo e não apenas pelos empregados diretamente ligados a inovação, isso se torna um grande problema. Conforme citado pelo entrevistado A:

“[...] tem gente que quando descobre que a demanda é de PD&I põe ela no fim da fila. Então tem que ficar cobrando e às vezes pedindo a intervenção de alguém de mais alta hierarquia para fazer as coisas acontecerem”.

Um aspecto unânime nas entrevistas foi a falta de preparação prévia dos gerentes de PD&I da ANEEL. Os projetos são complexos, com várias etapas, prestação de contas e muitas atividades administrativas e contratuais. Embora as informações sobre o programa da ANEEL sejam públicas, o grande volume e as peculiaridades dificultam o pleno entendimento do que deve ser feito e como proceder. A disponibilização antecipada desse conhecimento poderia economizar esforços, insumos e tempo, fatores essenciais para o sucesso dos projetos. Isso é particularmente relevante considerando que a maioria dos gerentes de PD&I da ANEEL até 2023 são profissionais com profundo conhecimento técnico, mas pouca experiência administrativa. A falta de preparação prévia dos gestores foi destacada pelo entrevistado C:

“Quando eu fui designado gerente de PD&I, me explicaram rapidamente como era o processo e o que eu devia fazer. Eu procurei diversas pessoas para entender melhor o funcionamento. Mas fui aprender muita coisa durante o programa. Inclusive descobri que eu poderia usar mais recursos quando estava prestando contas do que já estava feito”.

Embora o Programa de PD&I da ANEEL preveja como resultado do Programa a capacitação formal, como por exemplo, mestrados, doutorados e especializações. Não é prevista uma preparação prévia do gerente de PD&I, com o intuito de criar habilidades para condução do projeto. Percebe-se a partir das entrevistas que a elevação do nível de formação (educação formal) é efetivamente um dos frutos do PD&I na CEMIG. E nesse sentido, todos os entrevistados revelaram que o PD&I proporcionou capacitação para muitos participantes. Como por exemplo o entrevistado C:

“Eu tive a oportunidade de fazer através do PD&I uma especialização muito boa no CEFET. A capacitação que eu acho que poderia ser melhor não é a relacionada ao tema que está sendo pesquisado, mas sim sobre o funcionamento do PD&I”.

Com relação às maiores dificuldades vivenciadas durante o PD&I da Aneel, a análise das entrevistas consolida os seguintes pontos, como os mais marcantes:

- (i) A falta de estrutura interna apropriada às peculiaridades dos PD&I.
- (ii) A falta de engajamento e priorização de diversos setores da empresa para que os projetos tivessem resultados aplicáveis de maneira impactante.
- (iii) O excesso de atividades burocráticas para enquadramento dos projetos em todas as exigências da ANEEL.

Destaca-se o fato de que todos os entrevistados citaram o excesso de burocracia do PD&I ANEEL como um problema, corroborando com o Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 002/2020-SPE/ANEEL, o qual já apontava a burocracia como um dos maiores entraves para inovação do PD&I. O relato do entrevistado B é transcrito abaixo para exemplificar a questão:

“A prestação de contas é muito preciosa. Tudo entrava em relatório para fiscalização da ANEEL. Precisávamos explicar dinheiro gasto em viagem, transporte, alimentação, ferramenta, até em um parafuso. Se faltasse R\$2 no projeto tinha que se virar até achar a comprovação.”

No mesmo sentido o entrevistado C afirma:

“Foi muito mais trabalhoso para mim a parte burocrática que a pesquisa e desenvolvimento que fizemos no projeto”.

A análise das entrevistas e registros revela que o nível de dificuldade com a burocracia é alarmante. Muitos esforços que poderiam ser aplicados na pesquisa e desenvolvimento são desviados para atividades acessórias. Este resultado está alinhado com o estudo de Carvalho e Tonelli (2020), o qual identifica a burocracia como um dos principais fatores que dificulta o desenvolvimento do empreendedorismo no Brasil.

Além disso, nas entrevistas foi relatado que a assinatura dos contratos no âmbito do Programa é condicionada a uma previsão de gastos que abrange todo o período da pesquisa. Estes contratos são considerados pouco flexíveis, mesmo que a atividade de P&D seja dinâmica e sujeita a alterações. Como resultado, os contratos muitas vezes precisam ser modificados para incluir mudanças nas verbas e nas rubricas, o que envolve processos burocráticos complicados.

As entrevistas também revelaram que a CEMIG agiu para reduzir o problema de excesso de burocracia. Nos projetos mais recentes a empresa adotou a contratação de um gestor externo, o qual é contrato apenas para lidar com questões administrativas do projeto de PD&I, restando ao empregado da CEMIG que seja gerente de PD&I se dedicar às questões técnicas e de interesse primário do projeto. Também foi unânime entre os entrevistados a percepção de que tal mudança foi positiva.

Com essa nova configuração, a escolha adequada do profissional externo responsável por assuntos administrativos se torna um ponto de atenção. Uma escolha acertada pode liberar tempo e esforços consideráveis para o gerente se dedicar ao projeto. Por outro lado, uma escolha infeliz, como, por exemplo, alguém que não se encarregue de interagir com os envolvidos, coletar e registrar adequadamente os dados, pode resultar em surpresas negativas durante o processo. Isso exigiria que o empregado da CEMIG dedicasse ainda mais esforços para corrigir eventuais inconformidades e poderia sujeitar o projeto a glosa pela ANEEL.

Com o objetivo de melhorar a eficácia dos investimentos em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL, ampliando sua aplicabilidade e oferecendo soluções para o setor elétrico brasileiro (SEB), foi lançada a Resolução Normativa ANEEL nº 1.045/2022. A qual estabelece procedimentos estratégicos para o Programa de PD&I, focados na criação e disseminação efetiva de inovações, alinhados com as necessidades da sociedade e as tendências tecnológicas. Esse novo regulamento reduz a burocracia no que concerne a formulários para cadastramento de projetos, relatórios e documentos necessários à prestação de

contas. O novo programa também estabelece maior transparência através da criação de portais e banco de dados públicos e ações de divulgação dos projetos PD&I.

A nova resolução prevê um maior alinhamento dos projetos de PD&I com os objetivos das empresas participantes, através do acompanhamento de resultados e impactos, definidos pelos Setor Elétrico durante a elaboração do PEQul. Busca também desenvolver a cultura de inovação, incentivando as parcerias com instituições técnicas e científicas para oferecer treinamentos contínuos e desenvolver novas habilidades técnicas, especialmente entre os profissionais das empresas reguladas.

A nova Regulação deixa claro como se dará a participação das startups, estabelecendo que empresas nascentes podem ser contratadas com recursos do Programa PD&I regulado pela Aneel de duas formas: podem ser contratadas como executoras em projetos ou programas de PD&I, incluindo os estratégicos, ou por meio de chamadas públicas exclusivas para startups.

As *startups* podem colaborar com empresas reguladas na busca e aceleração de soluções inovadoras para desafios relacionados aos temas de interesse do SEB. É importante ressaltar que as empresas reguladas e seus funcionários não podem ter participação no capital dessas empresas nascentes. Por fim, o novo PD&I, amplia o conceito de inovação ao contemplar uma perspectiva sistêmica e não linear, estabelecendo metas e indicadores para monitorar, controlar e avaliar os resultados obtidos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exigência legal de que os agentes do setor elétrico invistam em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação do programa da ANEEL é fundamental para garantir o financiamento e fortalecimento do ecossistema de inovação no setor elétrico. Todavia, as empresas do setor não devem restringir sua inovação apenas às obrigações legais.

Ressalta-se que, no caso da Cemig, existem inúmeras inovações feitas na rotina de trabalho da empresa que muitas vezes não são classificadas internamente como inovação, apesar de proporcionarem melhoria de processos, redução de custos e de serem aplicadas nas redes de Geração, Transmissão e Distribuição. Além disso, a Cemig possui diversos grandes projetos inovadores não enquadrados dentro desta obrigatoriedade legal e que não foram foco desta pesquisa.

Diante deste cenário, considerando-se o estudo de caso da Cemig, buscou-se compreender os principais gargalos e fatores facilitadores no que tange ao Programa de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL.

Por meio da coleta de dados e da realização de entrevistas com envolvidos neste processo, foi possível identificar o cenário presente e tendências de evolução na gestão da inovação, principalmente, norteados pelas mudanças da regulamentação ANEEL.

Identificou-se que os valores significativos investidos de forma compulsória, garantem financiamentos para projetos de inovação que demandam maior tempo e investimento para seu desenvolvimento.

Constatou-se também que o PD&I vigente considera o produto até a fase nove do Nível de Prontidão tecnológica (TRL9), quando se encontra pronto para ser comercializado. Contudo, apesar das alterações recentes, a norma não aborda o destino dos produtos ao atingirem o fim de sua vida útil (ecodesign), o que pode causar problemas devido à falta de clareza regulatória sobre a destinação ou comercialização

desses produtos finais. Isso pode resultar em desperdício e desmobilização de ativos que poderiam contribuir para o desempenho do SEB.

O estudo de caso realizado na CEMIG revelou que, apesar de se destacar positivamente em relação a outros agentes do setor elétrico em termos de volume de patentes, projetos e investimentos no Programa de PD&I da ANEEL, os projetos de PD&I realizados dentro desse programa têm um baixo aproveitamento prático pela empresa. Este resultado é verificado em outras empresas do setor no que tange ao Programa da ANEEL.

A obrigatoriedade legal, e os mecanismos de controle, associados aos riscos econômicos de glosa do Programa vigente até 2023 estimularam a priorização do atendimento às conformidades das regulamentações da ANEEL em detrimento da gestão eficaz dos projetos que gerassem produtos de valor econômico e social e atendessem necessidades da Cemig.

A pesquisa identificou a burocracia excessiva, como uma das maiores dificuldades dos Projetos PD&I, sendo inclusive um fator de desinteresse manifestado por técnicos em assumir a função de gerente de projetos PD&I ANEEL.

Neste sentido, a Cemig tomou medidas para reduzir a burocracia em seus projetos mais recentes, contratando um gestor externo exclusivamente para lidar com questões administrativas do PD&I. Essa mudança foi vista como positiva, uma vez que permite que o empregado da Cemig se concentre nas questões técnicas e nos aspectos principais do projeto.

Observou-se que os casos de maior sucesso no Programa de PD&I da ANEEL, conduzidos pela Cemig, compartilhavam a característica de abordar uma necessidade relevante da empresa. Isso resultava em maior engajamento por parte da companhia como um todo, facilitando a aplicação dos benefícios do projeto após sua conclusão. Os resultados da pesquisa são referentes aos projetos de PD&I anteriores ao novo Programa da ANEEL, vigente a partir de 2024. Analisando a evolução do Programa de Pesquisa Desenvolvimento da ANEEL, percebe-se que as modificações trazidas

pela Resolução 1.045/2022 procuram responder boa parte das críticas ao Programa expostas nesta pesquisa.

6.1 Contribuições da pesquisa

A atividade de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANEEL executada na Cemig se revelou como um elo estratégico na cadeia de valor, buscando manter a organização competitiva. No entanto, essas estratégias são influenciadas pelas condições regulatórias, socioeconômicas, ambientais e pelos participantes envolvidos no processo.

A pesquisa revelou que ao longo do processo houve evolução da empresa com relação ao assunto. Também ficou nítido o potencial de melhorias ainda mais impactantes na Cemig no que se refere ao PD&I ANEEL.

As entrevistas destacaram a necessidade não totalmente suprida de preparar indivíduos que não estão oficialmente incluídos nos projetos de PD&I, mas que, devido às suas responsabilidades na empresa, desempenham papéis cruciais no avanço desses projetos. Neste sentido, seria pertinente aplicar a gestão do conhecimento, mapear as áreas da Cemig mais relevantes ao Programa de PD&I ANEEL e criar um curso preparatório a ser ministrado a atores-chaves. Desse modo, soluções já desenvolvidas para atender peculiaridades do programa ANEEL, poderiam ser aplicadas em demandas futuras com características semelhantes.

Os resultados da pesquisa indicam a necessidade de melhorar a relação entre as atividades cotidianas de trabalho e o PD&I. A disponibilidade de tempo para se dedicar ao PD&I variou consideravelmente dependendo das chefias dos gerentes de Projeto PD&I ANEEL. Isso ressalta a importância de padronizar esse aspecto, o que poderia levar a melhorias nos resultados do Programa.

Da mesma forma, foi identificada a importância de preparar adequadamente os gerentes de PD&I da ANEEL e os responsáveis técnicos dos projetos ANEEL. Isso contribuiria para otimizar os esforços dos envolvidos e evitar possíveis obstáculos decorrentes da falta de compreensão dos mecanismos do PD&I da ANEEL.

A nova regulação de PD&I torna o programa da Aneel mais complexo em função de grande número de metas e indicadores individuais e coletivos. Diante disso, se torna ainda mais importante a capacitação dos participantes destes projetos, buscando-se um perfil mais qualificado e com rigor científico. Neste sentido, seria oportuno que a ANEEL em parceria com universidades e centros de pesquisa propusessem cursos específicos para formação dos profissionais que atuam nestes projetos, tendo em vista que a inovação, de forma geral, ser um assunto ainda pouco explorado nos cursos de graduação e restrito a poucos programas de pós-graduação de universidades brasileiras.

Tendo em vista que a Cemig recentemente estreitou laços com *startups* através da criação de uma Gerência de Inovação Aberta, é crucial que esta iniciativa também contemple a aproximação da empresa com instituições científicas e tecnológicas (ICTs). Tais parcerias estratégicas têm o potencial de impulsionar a inovação na indústria elétrica e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento nacional.

6.2 Limitações da pesquisa e estudos futuros

Apesar desta pesquisa realizar uma análise detalhada sobre a gestão de alguns projetos de inovação tecnológica na Cemig, a amostragem pode ser considerada pequena, tendo em vista a quantidade de projetos totais de PDI ANEEL realizados pela CEMIG. Dessa forma, os resultados poderiam ser confirmados mediante uma ampliação do estudo com o envolvimento de outros gerentes de PDI ANEEL.

Por focar no estudo de caso da CEMIG, essa pesquisa não buscou estabelecer comparações com outras organizações do Setor Elétrico Brasileiro. Desta forma, uma sugestão de proposta de estudo futuro é ampliar o escopo dessa pesquisa ao incluir outras empresas participantes dos projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação da ANEEL.

Outra possibilidade de estudo futuro seria verificar o impacto do novo PD&I, o qual está no seu primeiro ano de vigência (2024), analisando se as mudanças propostas pelo órgão regulador alcançaram os resultados desejados.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R. Inovar é preciso. In: ARBIC, G. A. T.; SALERNO, M. S.; TOLEDO, D.; MIRANDA, Z.; ALVAREZ, R. R. (Org.). **Inovação: estratégias de sete países**. Brasília: ABDI, v. 1, p. 32-64, 2010.

Andersen, B., & Rossi, F. (2010). Beyond Bayh-Dole: **Universities and the use of Proprietary and Non-Proprietary Intellectual Property (IP) marketplaces**. DIME Working Paper, n. 90, March. Recuperado de <http://www.dime-eu.org/working-papers/wp14>.

ANEEL. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. Brasília, 2006.

ANEEL. **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. Brasília: 2008.

ANEEL. **Boletim de Informações Gerenciais - Segundo Trimestre 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://antigo.ANEEL.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+2%C2%BA+trimestre+2018/fa14e464-2b54-bfc8-6bf1-c26b42d00d0a?version=1.0>>. Acesso em: 2023.

ANEEL. Incorporação do conceito de inovação e outras medidas para o avanço dos resultados do Programa de P&D regulado pela ANEEL. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 002/2020-SPE/ANEEL**. 2020.

ANEEL. **Relatórios e Indicadores**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ANEEL/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores>>. Acesso em: 2024.

ANEEL. **Procedimentos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PROPDI**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221045_2.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

ANEEL. **Projetos de P&D em Energia Elétrica**. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/projetos-de-p-d-em-energia-eletrica>>. Acesso em 13 jan. 2024.

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

BARBOSA, C. M. M. Ambientes Promotores de Inovação. In: PORTELA, B. M.; BARBOSA, C. M. M.; MURARO, L. G.; DUBEUX, R. (Org.). **Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Salvador: Editora JusPODIVM. 2019.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 75.572, de 8 de abril de 1975.** Promulga a Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade industrial revisão de Estocolmo, 1967. Brasília, 1975.

BRASIL. **Decreto nº 9.991, de 28 de agosto de 2019.** Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e regulamenta dispositivos da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, quanto a licenças e afastamentos para ações de desenvolvimento. Brasília, 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, 2004.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão 2674/2021. Auditoria Operacional na política pública de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Setor Elétrico Brasileiro (SEB) instituída pela Lei 9.991/2000.** Relator: Jorge Oliveira. Brasília, 10 nov. 2021a. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2674%2520ANOACORDAO%253A2021%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%252>. Acesso em: 13 fev. 2024.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations.** London: Pinter, p. 130-156, 1997.

BRITTES, J. L. P.; SALLES-FILHO, S. L. M.; PFITZER, M. S. Avaliação do Risco Regulatório em Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro. **RAC - Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, p. 193-211, 2015.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA, R. F. **Propriedade Intelectual e Desenvolvimento no Brasil.** 1. ed. São Paulo: Editora ABPI, 2019.

CARVALHO, N. P. de. **A Estrutura dos Sistemas de Patentes e de Marcas: Passado, Presente e Futuro.** Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro. 2009.

CARVALHO, R. de Q.; SANTOS, G. V. dos; BARROS NETO, M. C. de. Gestão de PD&I + i em uma empresa pública do setor elétrico brasileiro: decisão estratégica ou imposição regulatória? **Revista Gestão Pública: Práticas e Desafios**, v. 5, n. 1, p. 127-153, 2014.

CARVALHO, B. G. de; TONELLI, D. F. Limites e Possibilidades do Marco Legal da CT&I de 2016 para as Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 6, n. 2, p. 6–24, 2020.

CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G. **A relevância da abordagem de sistemas de inovação para a área de energia elétrica.** In: CASTRO, N. J. de;

CHESBROUGH, H. (2012a). Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia. (L. C. C. Q. Faria, Trad.). Porto Alegre: Bookman. (Obra original publicada em 2003). 2016.

CASSIOLATO, J.; SZAPIRO, M. Os dilemas da política industrial e de inovação: os problemas da Região Sudeste são os do Brasil. In: LEAL, C. F. *et al.* (Org.) **Um olhar territorial para o desenvolvimento Sudeste**. Produção Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Rio de Janeiro. 2015.

CEMIG. **Usinas da CEMIG: 1952-2005**. Rio de Janeiro: v. 1, 2006. 304 p. ISBN ISBN85-85147-70-9.

CEMIG. **Inova Cemig**. Cemig, 2024a. Disponível em: <<https://inova.cemig.com.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CEMIG. **Inova**. Cemig, 2024. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/noticias/inovacao>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CEPEL. **CEPEL - Quem Somos**. CEPEL, 2023. Disponível em: <<https://www.cepel.br/home/o-cepel/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro**: diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro. Brasília: CGEE, 2017.

CHENG, C. C. J.; HUIZINGH, E. K. R. E. When is open innovation beneficial? The role of Strategic orientation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 6, p.1235-1253, 2014.

CHRISTENSEN, K. **The Era of Human + Machine Innovation**. p. 100-102. 2019.

COHEN, M. W.; NELSON, R. R.; WALSH, J. **Protecting their Intellectual Assets?** Appropriability condition an why U.S manufacturing irms patent (or not). Cambridge, 2000.

COHEN, W. M., & LEVINTHAL, D. A. (1990). Absorptive capacity: **A new perspective on learning and innovation**. *Administrative science quarterly*, 128-152.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. **Educational Researcher**, v. 46, n. 8, p. 423-424, 2018.

DENDENA, Adriana Carvalho de Menezes *et al.* PROCESSO DE GESTÃO DE PROJETOS DE P&D: UM ESTUDO DE CASO NA CEMIG. **Revista Brasileira de Gestão de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 138-155, 2013.

DOSI, G.; FREEMAN, C.; FABIANI, S. The Process of Economic Development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms, and institutions. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 1, 1994.

DUDZIAK, E. A. **Ferramentas de gestão de pesquisa disponíveis para os pesquisadores**. 2015.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. **The Global Innovation Index 2023**: Innovation in the face of uncertainty. EUA: Cornell University; WIPO, 2023.

DYER, F. L. **Edison**: His Life and Inventions. TK: Technology: Electrical, Electronics and Nuclear engineering, 2006.

DZIALLAS, M.; BLIND, K. **Innovation indicators throughout the innovation process**: An extensive literature analysis. Technovation, v. 80, p. 3-29, 2019.

EDQUIST, C. **Systems of Innovation**: Technologies, Institutions and Organizations. London and Washington: Printer Publishers. 1997.

ELETRONORTE. **Centro de Tecnologia. Eletrobras Eletronorte - Centro de Tecnologia**. 2018. Acesso em: 03 jun. 2023.

ELSEVIER. **2022**: “um ano de queda na produção científica para 23 países, inclusive o Brasil”. Disponível em: <<https://abori.com.br/wp-content/uploads/2023/07/2022-um-ano-de-queda-na-producao-cientifica-para-23-paises-inclusive-o-Brasil.pdf>>. Acesso em: 2023.

EMBRAPA. Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL. SEG - Sistema Embrapa de Gestão, SPD - Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, 2017. Disponível em: <<https://cloud.cnpgc.embrapa.br/nap/files/2018/08/EscalaTRL-MRL-17Abr2018.pdf>>. Acesso em: 2024.

EPE, E. D. P. E. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023 - ano base 2022**. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2023.

ETZKOWITZ, H. Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. **Social Science Information**, v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.

FERNANDINO, J. A.; OLIVEIRA, J. L. de. Arquiteturas organizacionais para a área de PD&I em empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 6, p. 1073-1093, 2010.

FINEP - **Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. 2024. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>>

FLEURY, A. Planejamento do projeto de pesquisa e definição do modelo. In: CAUCHICK MIGUEL, P. A. (Ed.). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Elsevier, 2010.

FRANTZ, J. **Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação**: Sanção e Vetos da Presidência da República a Lei nº 13.243/2016. Material preparado pelo Pró-reitor de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. 3. ed. London: Pinter Publishers, 2010.

FLICK, U.; COSTA, J. E.; CAREGNATO, S. E. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FURTADO, L. L. *et al.* Relação entre sustentabilidade e inovação: uma análise da legitimidade organizacional das empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 18, p.1-16, 2019.

GHAURI, P. N.; GRONHAUG, K. **Research Methods in Business Studies**. London: Prentice Hall. 4. ed. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONTIJO, C. O acordo sobre propriedade intelectual contido no GATT e suas implicações para o Brasil. **Revista de Informação Legislativa**, Senado Federal, p. 181, 1995.

GORLIN, Jacques J. An analysis of the pharmaceutical-related provisions of the WTO TRIPS agreement. Washington: Intellectual Property Institute, 1999.

GUIMARÃES, R. Pesquisa no Brasil: a reforma tardia. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 41-47, 2002.

HIGACHI, H. A Abordagem Neoclássica do Progresso Técnico. In: PELAEZ, V.; CARVALHO, V. N. P. **A Estrutura dos Sistemas de Patentes e de Marcas - Passado, Presente e Futuro**. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro. 2009.

HUIZINGH, E. K. R. E. Open innovation: State of the art and future perspectives. **Technovation**, v. 31, n. 1, p. 2-9, 2011.

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2023. **Consulta à Base de Dados do INPI**. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> Acesso em 18>. Acesso em 18 fev. 2024.

IPEA. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro**: uma avaliação do programa de PD&I regulado pela ANEEL. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3566/1/Comunicados_n152_Inova%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: mar. 2024.

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

KLINE, S. J., ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Org.). **The positive sum strategy**: harnessing technology for economic growth. Washington, p. 275-306. Washington DC: National Academy Press. 1986.

LAKATOS, M. E. **Técnicas de Pesquisa**. 9. ed. Grupo GEN, 2021.

LEVIN, R. C. E. A. Appropriating the returns from industrial research and development. **Bookings papers on economic activity**, p. 783-831, 1987.

MACHADO, D. D. P. N. **Inovação e cultura organizacional: um estudo dos elementos culturais presentes em um ambiente inovador**. 2004.

MARQUES, G. S.; DIAS, M. A. P.; VIANNA, J. N. S. Innovation in the electricity sector in the age of Disruptive Technologies and renewable Energy Sources: A Bibliometric study from 1991 to 2019. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 7, n. 2, p. 261-272. 2020.

MARQUES, A.; ABRUNHOSA, A. **Do modelo linear de inovação à abordagem sistêmica-aspectos teóricos e de política econômica**. Texto para discussão. Recuperado de: http://www4.fe.uc.pt/ceue/working_papers/abrun33i.pdf. 2005.

MAY, C. Venise: aux origines de la propriété intellectuelle. **L'Économie politique**, v. 2, n. 14, p. 6-21, 2002.

MAZZUCATO, M. **The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths**. Nova York: PublicAffairs, 2013.

MEDEIROS, J. C. **Novo Arranjo para Inovação nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT): Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI) e a Experiência da UFMG**. 2020.

MENESCAL, A. K. Mudando os Tortos Caminhos da OMPI? A Agenda para o Desenvolvimento em Perspectiva Histórica. In: RODRIGUES, J. R. BEAS, E.; POLIDO, F. (Org.) **Propriedade Intelectual: Novos Paradigmas Internacionais, Conflitos e Desafios**. Elsevier: Brasil. 618 páginas. Parte V. Cap. 1. 2007.

Mineiro, A. A. D. C., Souza, D. L., Vieira, K. C., Castro, C. C., & Brito, M. J. D. (2018). **Da Hélice tríplice a quádrupla: uma revisão sistemática**. *Economia e Gestão*, 18(51), 77-93.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Managing National Innovations Systems**. Paris: OCDE. National Innovations Systems. Paris: OCDE. 1999.

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 4. ed. Rio de Janeiro: FINEP. 2018.

OLIVEIRA, F.A. Schumpeter: a destruição criativa e a economia em movimento. **Revista de História Econômica e Economia Regional Aplicada - HEERA**, v. 10, n. 16, p. 99-122, 2014.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2024. **Relatório Anual 2023**. Disponível em: <https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/2023-Relatorio-Anual-acessivel_21032024.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2024.

PAIVA, E.; SALEM, F.; BUSTAMANTE, H.; FREIRE, L. N. **História da energia em São Paulo: Energia e empresas privadas até a criação da CESP e a encampação da Light**. 2017.

PIERRO, B. D. Zona de Conforto. **Pesquisa FAPESP**, n. 274, p. 38-41, 2018.

POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTI, L. R. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília: Ed. IPEA, 2011.

QUANDT, C. O.; JUNIOR, R. G. S.; PROCOPIUCK, M. Estratégia e Inovação: análise das atividades de PD&I no setor elétrico brasileiro. **Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 1, p. 245-255, 2008.

RAUEN, C. V.; TURCHI, L. M. Apoio à inovação por institutos públicos de pesquisa: limites e possibilidades legais da interação ICT-empresa. In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. (Org.). **Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil: Avanços Recentes, Limitações e Propostas de Ações**. Brasília: IPEA. 2017.

ROSENBERG, N. **Inside the Black Box: Technology and Economics**. Londres: Cambridge University Press. 1982.

SCHAPPO, Fillipe *et al.* **Pesquisa e desenvolvimento (PD&I): investimentos realizados pelas empresas brasileiras geradoras de energia e sua relação com a matriz energética**. In: USP International Conference in Accounting, 21, 2021, São Paulo, SP. Anais [...]. São Paulo: USP, 2021.

Schumpeter, J. A. (1934). **The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. Nova York: Oxford University Press

SIMÕES, V. C. **O Sistema Nacional de Inovação em Portugal: Diagnóstico e Prioridades**. In: RODRIGUES, M. J.; NEVES, A.; GODINHO, M. M. (eds.), p. 53-62. 2003.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. **Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação**. Educação e Filosofia, Uberlândia, v. 31, n. 61, 2017.

TEECE, D. J.; PISANO, G. P.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change**. John Wiley e Sons, 2005.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman Editora. 2015.
TOLMASQUIM, Mauricio T. **A Matriz Energética Brasileira: um exemplo para o mundo**. 11o **Fórum de Debates Brasilianas.org** – Energia Elétrica para o Século XXI. São Paulo, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciência sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

USSELMAN, S. W. **Regulating Railroad Innovation: Business, Technology and Politics in America**. New York: Cambridge University Press, 2002.

VOSS, C. A.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 22, n. 2, 2002.

WALVIS, A.; GOLÇALVEZ, E. D. L. **Avaliação das Reformas Recentes no Setor Elétrico Brasileiro e sua Relação com o Desenvolvimento do Mercado Livre de Energia**. Rio de Janeiro, 2014.> Acesso em: 12 fev. 2024

WEST, J.; BOGERS, M. Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 4, p. 814-831, 2014.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **About WIPO**. Disponível em: <<https://www.wipo.int/about-wipo/en/>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **Anexo 1: Pedidos internacionais de patente por origem (Sistema PCT)**. Disponível em: <https://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/pt/documents/pr-2023-899-annexes.pdf#page=4>>. Acesso em: 20 fev. 2024

WOLFFENBÜTTEL, A. **Avaliação do Processo de Interação Universidade-Empresa em Incubadoras Universitárias de Empresas: um Estudo de Caso na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da UNISINOS**. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – UFRS, Rio Grande do Sul.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. [S.l: s.n.], 2015.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS GESTORES DA CEMIG DE PROJETOS DE PD&I ANEEL

Perfil dos entrevistados:

As perguntas abaixo têm a intenção de catalogar os dados identificando convergências e divergências e se elas existem em grupos com características semelhantes.

- 1 - Qual a sua formação?
- 2 - De quantos projetos PD&I você participou na CEMIG?
- 3 - Há quanto tempo começou a participar dos PD&I da ANEEL?
- 4 - Os projetos de PD&I em que você participou se enquadram na área de equipamentos, processos ou softwares?

Expectativa e Realidade:

Todo projeto envolve expectativas. Algumas se confirmam e em outros casos o que foi planejado a realidade se opõe ao planejado não é realizado na prática. As perguntas abaixo têm o objetivo de explorar as expectativas e realidades dos projetos PD&I.

- 1 - No início do projeto você tinha a expectativa de que ele fosse aproveitado pela CEMIG? Por quê?
- 2 - Na sua opinião, o projeto ter sido executado em paralelo com outras atividades de trabalho, impactou de alguma maneira os resultados do PD&I?
- 3 - Na sua opinião, as distribuidoras estão focadas em inovar, alcançando maturidade tecnológica, ou estão mais preocupadas em cumprir a legislação e evitar multas?

- 4 - Na sua opinião, a gestão de assuntos de natureza burocrática deveria estar totalmente separada da gestão de caráter técnico? Ou seja, deveria ser feita por uma outra empresa como startups ou centros tecnológicos?

Maturidade de produtos e processos

A nova regulação da ANEEL, adotada em 2023, exige que 50% da carteira de PD&I alcance grau de maturidade TLR -7, ou superior. Isso significa que boa parte das tecnologias desenvolvidas deve poder ser avaliada em ambiente operacional próximo do real, ou num sistema real, ou ainda que a tecnologia esteja finalizada e pronta para comercialização. As perguntas abaixo pretendem analisar desafios enfrentados nos projetos anteriores e os possíveis impactos da nova regulação.

- 1 - Na sua opinião, quais foram as maiores dificuldades enfrentadas durante o projeto de PD&I?
- 2 - Os resultados (“produtos”) dos projetos em que você participou foram utilizados posteriormente pela CEMIG? O que contribuiu para isso?
- 3 - Na sua opinião, os projetos de PD&I em que você participou trouxeram ganhos significativo em termos de capacitação para os empregados da CEMIG?
- 4 - Nos projetos PD&I em que você participou, quais foram os principais parceiros externos da CEMIG?
- 5 - Conforme explicado anteriormente, a nova regulação da ANEEL, adota em 2023, exige que 50% da carteira de PD&I alcancem grau de maturidade TLR - 7. Na sua opinião como isso impactará o PD&I da ANEEL?
- 6 - Que mudanças nos Projetos de PD&I da ANEEL você sugeriria?