

**ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA – ENAP
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

CARMEN SILVIA SANCHES

**AVANÇANDO NA CADEIA DE INOVAÇÃO PELOS PROJETOS DE
PD&I DO SETOR ELÉTRICO:**

Um projeto de aperfeiçoamento do Programa de P&D regulado pela
ANEEL

BRASÍLIA
2019

CARMEN SILVIA SANCHES

**AVANÇANDO NA CADEIA DE INOVAÇÃO PELOS PROJETOS DE
PD&I DO SETOR ELÉTRICO:**

Um projeto de aperfeiçoamento do Programa de P&D regulado pela
ANEEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Nacional de
Administração Pública – Enap, como
requisito parcial para a aprovação no
Curso de Especialização em Gestão de
Políticas Públicas de Ciência, Tecnologia
e Inovação

Orientador: Caetano C. R. Penna

BRASÍLIA
2019

RESUMO

O tema geral do presente trabalho é o Programa de P&D regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que tem cerca de 20 anos e já investiu mais de R\$ 7,5 bilhões em projetos de pesquisa e desenvolvimento e inovação (PD&I) no setor elétrico. Trata-se de um programa onde o investimento é compulsório para as distribuidoras, transmissoras e geradoras de energia elétrica com base num percentual de sua receita operacional líquida, e a ANEEL define as normas e faz o reconhecimento da aplicação dos recursos. O objetivo geral foi elaborar um projeto de intervenção com princípios, diretrizes e mudanças regulatórias para o Programa de P&D regulado pela ANEEL, tendo como base experiências internacionais, mas aplicadas ao contexto brasileiro, que busquem resultados e produtos que agreguem valor à cadeia de inovação do setor elétrico. O objetivo específico foi identificar instrumentos regulatórios a serem utilizados para incentivar os agentes do setor elétrico a escolherem e implementarem projetos que tragam benefícios cada vez mais palpáveis e efetivos, resultando em produtos e serviços do mercado de eletricidade, de melhor qualidade, mais acessíveis e que agreguem valor à sociedade. Para isso utilizou-se a abordagem da pesquisa descritiva, a fim de conhecer o Programa, suas características e seus problemas, a partir de avaliações externas, compondo uma síntese das avaliações do Programa. De forma complementar, foram apresentados estudos de caso, representativos em políticas e programas de PD&I internacionais, para examinar aspectos variados, de formulação até implementação, passando por uso de ferramentas para obtenção dos objetivos pretendidos. Os estudos de caso escolhidos ilustram algumas das principais abordagens atualmente utilizadas para conduzir políticas públicas de inovação, a saber: a abordagem sistêmica, políticas orientadas por missões e medidas centradas na demanda.

Palavras-chave: Programa de P&D ANEEL, regulação, políticas de inovação, setor elétrico, abordagem sistêmica, políticas orientadas por missões, inovação pelo lado da demanda.

ABSTRACT

The general theme of this work is the R & D Program regulated by the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL), which is about 20 years old and has invested more than R\$ 7.5 billion in research and development and innovation (RD&I) projects in the electricity sector. This is a program where the investment is compulsory for electricity distributors, transmission and generators based on a percentage of their net operating revenues, and ANEEL defines the rules and recognizes the application of resources. The general objective of this work was to elaborate an intervention project with principles, guidelines and regulatory changes for the R&D Program regulated by ANEEL, based on international experiences, applied to the Brazilian context, that seeks results and products that add value to the innovation chain of the electricity sector. The specific objective was to identify regulatory instruments to be used to encourage the Brazilian electricity sector agents to choose and implement projects that bring benefits that are increasingly palpable and effective, resulting in better quality and more affordable electricity products and services and add value to society. For this purpose, it was used the descriptive research approach in order to know better the Program, its characteristics and its problems, using external evaluations and composing a synthesis of the evaluations of the Program. In a complementary way, it was chosen case studies that are representatives in international RD I policies and programs, to examine various aspects, from formulation to implementation, to the use of tools to achieve the desired objectives. The selected case studies illustrate some of the main approaches currently used to drive public innovation policies, namely: systemic approach, mission-driven policies and demand-driven measures.

Keywords: ANEEL R&D Program, regulation, innovation policies, electric sector, systemic approach, mission-oriented policies, demand-side innovation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Objetivo	5
1.2	Metodologia	6
1.3	Resultados Esperados	6
1.4	Estrutura do trabalho	7
2	O PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL	9
2.1	Descrição e características	10
2.2	Avaliações do Programa	12
2.2.1	IPEA	14
2.2.2	CGEE	16
2.2.3	GESEL	20
2.3	Síntese das avaliações	22
3	ABORDAGEM CONCEITUAL E BENCHMARKING	26
3.1	inovação no setor elétrico e tendências tecnológicas	26
3.1.1	Tendências tecnológicas no setor elétrico	28
3.1.2	Dinâmica da inovação e desafios para o PD&I no setor de energia elétrica	30
3.1.3	A dinâmica recente das políticas de PD&I no setor elétrico brasileiro	33
3.2	Tendências em Políticas Públicas de inovação	36
3.2.1	A abordagem sistêmica	39
3.2.2	Políticas orientadas a missão	43
3.2.3	Políticas de inovação pelo lado da Demanda	48
3.3	Estudos de caso como Benchmarking para o Programa de P&D ANEEL	51
3.3.1	Alemanha: <i>Energiewende</i>	52
3.3.2	Estados Unidos: ARPA-E	57
3.3.3	Reino Unido: a inovação na regulação da agência Ofgem	64
4	RESULTADOS	70
4.1	Análise das Experiências internacionais sob a ótica da aplicabilidade ao Programa de P&D ANEEL	70
4.1.1	Alemanha: <i>Energiewende</i>	70
4.1.2	Estados Unidos: ARPA-E	71
4.1.3	Reino Unido: a inovação na regulação da agência OFGEM	75
4.2	Proposta de aperfeiçoamento	77

4.2.1	Princípio geral.....	78
4.2.2	Diretrizes.....	78
4.2.3	Estruturação do Programa de aperfeiçoamento.....	79
4.2.4	Ações e atividades a serem desenvolvidas.....	79
4.2.5	Plano de trabalho e cronograma	80
4.2.6	Indicadores e métricas.....	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	82
6	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

O Programa de P&D regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL tem cerca de 20 anos e já investiu mais de R\$ 7,5 bilhões em projetos de pesquisa e desenvolvimento e inovação (PD&I) no setor elétrico. Trata-se de um programa onde o investimento é compulsório para as distribuidoras, transmissoras e geradoras de energia elétrica¹ com base num percentual de sua receita operacional líquida, e a ANEEL define as normas e faz o reconhecimento da aplicação dos recursos.

Atualmente cerca de R\$ 500 milhões são mobilizados anualmente em projetos de PD&I no âmbito do Programa regulado pela ANEEL, dos quais mais de 60% se relacionam à fase de pesquisa aplicada e menos de 1%, apenas, resultam em produtos comercializáveis ou patentes de mercado. Portanto, aparentemente, o modelo atual de investimento em PD&I não incentiva que a inovação chegue efetivamente a mercado e crie externalidades positivas em escala na economia.

O problema a ser tratado é: como aumentar a efetividade dos recursos compulsórios de PD&I do setor elétrico com resultados mais perceptíveis em termos econômicos e sociais, contribuindo com a oferta de bens e serviços inovadores ao mercado e com agregação de valor ao consumidor de energia elétrica e à sociedade?

Não se argumenta, aqui, quanto à divisão tradicional entre ciência básica e aplicada e/ou definição de que tipo de atividade em PD&I é mais relevante. Ao contrário, investimentos são necessários para o avanço da pesquisa e o desenvolvimento de um país independentemente da classificação que se faça da pesquisa ou da cadeia de inovação. Como bem lembra Venkatesh Narayanamurti, professor e pesquisador da Universidade de Harvard:

Algumas das invenções mais importantes do mundo foram feitas não por cientistas básicos e cientistas aplicados que trabalham sequencialmente em isolamento, mas por cientistas que se uniram, compartilhando ideias e percepções e até mesmo trocando de papéis. (POWELL, 2017).

¹ Com exceção das empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e pequenas centrais hidroelétricas (BRASIL, 2000).

Trata-se, porém, do contexto em que se aplica o programa de P&D da ANEEL e seus operadores, ou seja, as empresas do setor elétrico reguladas pela ANEEL, e os resultados pretendidos.

Em 2015, a Lei nº 9.991/2000 (BRASIL, 2000), que criou o Programa de P&D regulado pela ANEEL, sofreu alteração, estabelecendo que:

Nos programas e projetos de pesquisa e inovação tecnológica do setor de energia elétrica, **deverá ser priorizada a obtenção de resultados de aplicação prática**, com foco na criação e no aperfeiçoamento de produtos, processos, metodologias e técnicas (BRASIL, 2000, Art. 4º, § 4º, Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.203, de 8/12/2015, grifo nosso).

Adicionalmente, em 2017, no planejamento estratégico da ANEEL definiu-se como meta estratégica para o período 2018-2021, dentre outras², a de “ **promover um ambiente regulatório favorável à inovação tecnológica e à eficiência energética** mediante incentivos à inserção de produtos e processos inovadores no mercado por meio da revisão dos sinais regulatórios relacionados a P&D no setor elétrico” (ANEEL, 2017a, Objetivo Estratégico 4, grifo nosso).

As alterações recentes refletem, de fato, mudanças que se verificam no contexto tecnológico, social e econômico que precisam ser observadas também na condução do plano de PD&I do setor elétrico. Como bem notam CORDER & SALLES-FILHO (2006, p. 36), enquanto, por um lado, em alguns setores econômicos a forma de se fazer P&D e de se realizar inovações atualmente, sejam tecnológicas, em serviços, organizacionais ou nos mercados, é muito distinta do passado recente, por outro há uma forte pressão social, legítima, para que recursos públicos sejam reorientados para atividades com fins econômicos e sociais mais prontamente perceptíveis.

Nesse cenário, onde novas demandas se apresentam, ressalte-se também as mudanças tecnológicas que o setor elétrico está passando, em todo o mundo, e também no Brasil, com a tecnologia e a inovação afetando os modelos tradicionais

² O Planejamento Estratégico da ANEEL para o período 2018-2021 foi instituído pela Portaria nº 4.823, de 28/11/2017 (ANEEL, 2017b) e estabeleceu 16 objetivos estratégicos (OE), distribuídos em três perspectivas: Resultados (2), Processos (9) e Pessoas e Recursos (5), para o alcance da Visão e o cumprimento da Missão da Agência. Não há prioridades entre os objetivos estratégicos, sendo todos eles direcionadores na atuação da Agência. (ANEEL, 2017a).

de negócios. Como menciona Clarice Ferraz, professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ):

Destacam-se o surgimento dos prosumers, que eventualmente poderão prescindir das distribuidoras e da rede; as novas tecnologias de armazenamento de energia; a transformação da rede, que se torna inteligente (digitalizada), permitindo melhor gestão da demanda, mas que pede nova arquitetura, com redes mais descentralizadas (mini redes e maiores possibilidades de ilhamento); o avanço acelerado das fontes intermitentes no parque gerador, entre outros. (FERRAZ, 2017, p. 48).

Assim sendo, é necessário adequar, no Programa de P&D da ANEEL, os incentivos regulatórios que considerem ambas as perspectivas: a de um ambiente de inovações tecnológicas mais complexo e a da expectativa de resultados concretos e palpáveis à sociedade.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral é elaborar um projeto de intervenção com princípios, diretrizes e mudanças regulatórias para o Programa de P&D regulado pela ANEEL, tendo como base experiências internacionais, mas aplicadas ao contexto brasileiro, que busquem resultados e produtos que agreguem valor à cadeia de inovação do setor elétrico.

O objetivo específico é identificar instrumentos regulatórios a serem utilizados para incentivar os agentes do setor elétrico a escolherem e implementarem projetos que tragam benefícios cada vez mais palpáveis e efetivos, resultando em produtos e serviços do mercado de eletricidade, de melhor qualidade, mais acessíveis e que agreguem valor à sociedade.

1.2 METODOLOGIA

A pesquisa científica, como explica FERRARI (1982, p. 168), “destina-se a duas finalidades mais amplas que a simples procura de respostas.” Essas finalidades estão: (i) vinculadas ao enriquecimento teórico das ciências; e (ii) relacionadas com o valor prático ou pragmático. Nesse sentido, quanto à finalidade, essa é uma pesquisa aplicada, buscando entender como lidar com um problema e gerar soluções a problemas concretos.

A fim de conhecer a realidade estudada, suas características e seus problemas, é adotada a abordagem da pesquisa descritiva. De forma complementar, são apresentados estudos de caso, representativos em políticas e programas de PD&I internacionais, para examinar aspectos variados, de formulação até implementação, passando por uso de ferramentas para obtenção dos objetivos pretendidos.

Os procedimentos para coleta de dados incluíram as pesquisas bibliográfica e documental, utilizando-se de fontes bibliográficas e documentos, para permitir o aprofundamento e a aplicação do conhecimento no objeto de estudo do problema – o Programa de P&D regulado pela ANEEL.

1.3 RESULTADOS ESPERADOS

Pretende-se apresentar alguns novos preceitos para o Programa de P&D regulado pela ANEEL que permitam aumentar a efetividade dos recursos compulsórios em PD&I das empresas do setor elétrico com resultados mais perceptíveis em termos econômicos e sociais, contribuindo com a oferta de bens e serviços inovadores ao mercado e com agregação de valor ao consumidor de energia elétrica e à sociedade. Adicionalmente serão indicadas diretrizes, ações e atividades a serem implementadas, com um plano de trabalho e proposta de cronograma.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo se divide em quatro partes principais, além desta Introdução.

A primeira parte apresenta o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela ANEEL (Programa de P&D ANEEL), suas características e alguns aspectos mais expressivos do regulamento atualmente vigente, o PROP&D. Também são identificadas algumas avaliações externas do Programa, com análise crítica sobre sua efetividade, como é o caso do Ipea, ou sobre pontos específicos de aperfeiçoamento, como o do CGEE, e sobre uma análise sistêmica, como o caso do Gesel. Será dado destaque ao diagnóstico e às proposições de melhorias na regulamentação do Programa.

A segunda parte apresenta um amplo cenário onde políticas de inovação do setor elétrico e o Programa de P&D ANEEL se inserem. Nesse sentido, são abordadas as principais tendências tecnológicas no setor elétrico e as características da inovação setorial. Em seguida, são apresentados os fundamentos de uma abordagem conceitual em ampla disseminação atualmente para conduzir políticas públicas de inovação, a das Políticas orientadas por missões. De forma complementar, são indicadas algumas das ferramentas de políticas mais efetivas atualmente utilizadas na implementação das políticas orientadas por missões e na abordagem sistêmica da inovação. Finalmente, serão apresentados casos de sucesso no uso da abordagem das Políticas Públicas e em ferramentas de promoção da inovação mediante programas de países selecionados, tais como o da Agência norte americana ARPA-e e da transição energética alemã (*Energiewende*).

A terceira parte apresenta a proposta de aperfeiçoamento do Programa de P&D da ANEEL, fundamentada na abordagem conceitual das Políticas de inovação orientada a missão e dos estudos de casos analisados, tendo em vista o diagnóstico e propostas de aperfeiçoamento apontadas e que tenham mais aderência a solução do problema da efetividade da aplicação dos recursos do Programa com resultados mais perceptíveis em termos econômicos e sociais. O Projeto de aperfeiçoamento aqui proposto contém Princípios, Diretrizes e mudanças regulatórias que permitirão,

em última instância, os incentivos adequados aos agentes setoriais escolherem e implementarem projetos de P&D com benefícios mais perceptíveis ao mercado e à sociedade.

A quarta e última parte apresenta uma análise dos resultados esperados e considerações finais, enfatizando os impactos esperados na implementação dos preceitos e propostas aqui desenvolvidas, mas também recomendações para aperfeiçoamentos futuros do Programa.

2 O PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL

O Programa de P&D da ANEEL é resultante da Lei nº 9.991, de 2000, que visa a promoção da pesquisa e desenvolvimento (P&D) e da eficiência energética (EE) no setor elétrico brasileiro. Esta legislação consolida uma tendência que se iniciou na década de 1990, quando as políticas de ciência e tecnologia (C&T) no Brasil passaram a incorporar mecanismos de fomento explicitamente dirigidos ao setor produtivo.

Como mencionam POMPERMAYER et al. (2012), diversos movimentos foram observados no marco institucional das atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no país como resultado da crescente ênfase na inovação. Assim, continuam os autores, em 1999, foram criados os fundos setoriais de ciência e tecnologia e, em meados da década de 2000, foi promulgada a “Lei de Inovação” (Lei nº 10.973/2004). Ainda em meados daquela década, foi aperfeiçoada a legislação relativa aos incentivos fiscais para a inovação, que passaram a compor a “Lei do Bem” (Lei nº 11.196/2005), e intensificaram-se os programas e as chamadas públicas para apoio a empresas pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Essas tendências também são adotadas em âmbito setorial, identificada no setor elétrico na forma da Lei nº 9.991/2000, que institui um regime de investimento obrigatório para as empresas do setor elétrico³ correspondente a 1% de sua receita operacional líquida (ROL), com as seguintes destinações, em diferentes percentuais (BRASIL, 2000):

- (i) Para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), constituindo o CT-Energ – o fundo setorial de energia -, tendo como executores a FINEP e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (MCTIC, s/d);

³ Com exceção das empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e pequenas centrais hidroelétricas, que estão isentas da obrigação e também gozam de outros benefícios legais. Por exemplo, os incentivos dados no Art. 26 da Lei nº 9.427, de 26/12/1996, que institui a ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências: neste dispositivo legal, é concedida redução dos custos de conexão dessas fontes à rede de energia elétrica, bem como autorização para comercialização de energia com grandes consumidores.

- (ii) Para o Ministério de Minas e Energia (MME), para custear os estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético, bem como os de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos - atividades desenvolvidas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Essa aplicação foi instituída posteriormente à lei original, com a promulgação da Lei nº 10.847, de 2004, que criou a EPE, a entidade do setor elétrico responsável pela execução dos estudos de planejamento energético (BRASIL, 2004); e
- (iii) Para projetos de pesquisa e desenvolvimento, segundo regulamentos estabelecidos pela ANEEL.

Os recursos regulados pela ANEEL correspondem à parcela de 40% da ROL das geradoras e transmissoras e de 20% das distribuidoras de energia elétrica.

2.1 DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

No Programa de P&D regulado pela ANEEL o investimento em PD&I das empresas do setor elétrico é compulsório e a ANEEL tem a responsabilidade de estabelecer as condições para a aplicação desses investimentos, execução das pesquisas e avaliação dos resultados dos projetos implementados pelas empresas. Estas condições, explicitadas inicialmente no Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica⁴, e desde 2016 nos Procedimentos do Programa de P&D (PROPED), visam engajar as empresas do segmento em atividades “destinadas à geração de conhecimento ou à aplicação inovadora de conhecimento existente” (ANEEL, 2016, Módulo 1, p. 7). Como destacado no PROPED “a transformação do resultado da pesquisa em inovação tecnológica é a mola mestra do programa” (ANEEL, 2016, Módulo 1, p. 7). Assim sendo, o Programa tem como objetivo último dar condições para que as empresas enfrentem seus desafios tecnológicos e de mercado.

⁴ Ver ANEEL:1999/2000, 2011, 2006, 2008 e 2012 para as diferentes versões do Manual do Programa de P&D.

A lógica do Programa de P&D da ANEEL, como bem frisam pesquisadores do IPEA, é que, como as empresas do setor elétrico estão próximas do mercado e são as demandantes de novas tecnologias, manter os recursos sob sua gestão tende a aumentar a efetividade de sua aplicação (IPEA, 2012).

Assim sendo, no Programa de P&D da ANEEL, os montantes de investimentos são retidos pelos próprios agentes, que aplicam em projetos de PD&I cujas executoras podem ser universidades/instituições de ciência e tecnologia e ICTs, empresas de base tecnológica ou empresas de qualquer natureza, inclusive a própria empresa (sozinha ou cooperada com outros agentes do setor elétrico). Uma pequena parcela dos recursos⁵ pode ser utilizada em projetos de gestão, mediante capacitação da equipe de gestão, divulgação dos projetos e programas, dentre outras aplicações necessárias para a operacionalização do Programa, conforme estabelece a regulamentação vigente (ANEEL, 2016, Módulo 3).

Poucas diretrizes foram dadas pela lei 9.991, de 2000, quanto aos programas e projetos das empresas, limitando-se a estabelecer que “devem estar incluídos os que tratem da preservação do meio ambiente, da capacitação dos recursos humanos e do desenvolvimento tecnológico” (BRASIL, 2000: Art. 4º, § 2º). E em alteração mais recente da lei, em 2015, também foi incluído um parágrafo do art. 4º – o mesmo que trata da destinação dos investimentos obrigatórios das empresas -, foi estabelecido que “[...] deverá ser priorizada a obtenção de resultados de aplicação prática, com foco na criação e no aperfeiçoamento de produtos, processos, metodologias e técnicas” (BRASIL, 2000: Art. 4º, § 4º).

Dessa forma, com exceção dessas diretrizes mais gerais, o regramento específico dos programas e projetos das empresas do setor elétrico é dado efetivamente pela Agência.

O Programa de P&D regulado pela ANEEL teve duas fases principais:

(i) 1a Fase: Denominada de “**Ciclos anuais de investimentos**” ou “Regulamentação antiga”. Ocorreu no período de 1998/1999 a 2006/2007 e esteve sob uma regulamentação que enfatizava as propostas de projetos das empresas do setor elétrico, os quais tinham que ser submetidas para avaliação prévia da ANEEL, que também fazia o acompanhamento anual de sua implementação.

⁵ Até 10% dos investimentos compulsórios, limitado a um valor fixo anual de R\$ 2 Milhões, de acordo com o regulamento atualmente vigente (ANEEL, 2016, Módulo 3).

(ii) 2a Fase: Denominada de “**Regulação vigente**”. Ocorre a partir de 2008, com a homologação da Resolução ANEEL nº 316/2008, aprimorada posteriormente em 2012 com a Resolução ANEEL nº 504/2012 e em 2016 com a Resolução nº 754/2016, que atualizaram as regras e procedimentos no âmbito do Programa de P&D. Sua característica principal é a ênfase na avaliação de resultados, tendo as empresas grande autonomia na escolha e implementação dos projetos, os quais são avaliados pela ANEEL apenas ao final de sua execução, para fins de reconhecimento da obrigação legal. Criou-se também as Chamadas de Projetos de P&D Estratégicos, em temas considerados de grande relevância para o setor elétrico brasileiro, cujos termos e condições são definidos pela ANEEL, e com adesão voluntária por parte das empresas.

Entre 2000 e 2007, o Programa de P&D da ANEEL investiu cerca de R\$ 3,5 bilhões em projetos, e entre 2008-2015, cerca de R\$ 5 bilhões. Ao longo das duas fases, verifica-se um crescimento de escala nos investimentos por projeto, mas sem avanço significativo ao longo da cadeia da inovação (ANEEL, 2018).

Atualmente aproximadamente R\$ 500 milhões ao ano são mobilizados em projetos de P&D no âmbito do Programa regulado pela ANEEL, dos quais mais de 60% se relacionam à fase de pesquisa aplicada e menos de 1%, apenas, resultam em produtos comercializáveis ou patentes de mercado (ANEEL, 2018). Portanto, aparentemente, o modelo atual de investimento em P&D ainda não incentiva que a inovação chegue efetivamente ao mercado e crie externalidades positivas em escala na economia.

2.2 AVALIAÇÕES DO PROGRAMA

As especificidades do programa de P&D regulado pela ANEEL o tornam um objeto de análise sobre o qual há pouco referencial teórico. De acordo com POMPERMAYER et al. (2012), como as tarifas de energia elétrica são reguladas, pode-se assumir que um programa que prevê investimentos compulsórios em PD&I, na verdade, corresponde a uma espécie de tributo incidente sobre as tarifas revertido para as atividades de P&D. Nesse sentido, continuam os autores, a

identificação de referencial teórico sobre o tema converge com a de outros programas de políticas públicas mais convencionais.

E quando a temática específica é a inovação, a natureza da atividade principal da instituição pública e seu envolvimento com a questão parece não ser fator predominante. BORRÁS & EDQUIST (2013) resolvem qualquer eventual impasse nessa discussão ao afirmarem que “políticas de inovação compreendem *todas* as ações combinadas que são executadas por organizações públicas que influenciam os processos de inovação” (p. 1522, grifo dos autores). Os autores esclarecem que as políticas de inovação também incluem ações das organizações públicas que *não intencionalmente* afetam a inovação. Sendo assim, mesmo que os instrumentos adotados por essas organizações tenham um propósito orientado a outros objetivos, mas seus planos e ações influenciam os processos de inovação, elas são, portanto, parte do arcabouço das políticas de inovação – seja nacional ou setorial.

E é, portanto, sob o prisma das políticas públicas que o Programa de P&D regulado pela ANEEL tem sido analisado na literatura especializada, bem como em estudos especificamente focados em seu desempenho.

Na literatura especializada, pode-se apontar publicações que analisam particularmente aspectos como a participação do Programa na construção de um sistema setorial de inovação (PFITZNER et al., 2014; SILVEIRA et al., 2015) e para a efetiva promoção da inovação setorial (BOER et al, 2014; MOSZKOWICZ et al, 2016). Muito pouco, ou quase nada, do que é produzido academicamente, se preocupa com o impacto do Programa nas empresas do setor elétrico (ZORZO et al., 2015; 2017).

Algumas das avaliações externas que merecem destaque foram aquelas empreendidas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e pelo Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL), este ora em andamento. Essas avaliações auxiliam na identificação dos problemas relacionados à baixa *performance* em termos de propensão a inovar e de agregação de valor dentro do Programa regulado pela ANEEL e, conseqüentemente, pelas empresas reguladas.

As avaliações externas vão indicar onde e quando a intervenção será exigida (Borrás & Edquist, 2013) (grifo dos autores). A partir daí, poder-se-á definir como deve-se prosseguir.

2.2.1 IPEA

Em 2010, o Ipea conduziu um estudo com o objetivo de avaliar a efetividade do programa de P&D da ANEEL e subsidiar a proposição de melhorias em sua regulação. O trabalho, resultante de acordo de cooperação com a ANEEL, utilizou indicadores obtidos na base de dados da Agência sobre os projetos de P&D que fizeram parte do programa entre 2000 e 2007, bem como de outras fontes organizadas pelo Ipea.

Os focos e objetivos de análise do Ipea estão indicados no Quadro 1. Com base nesses parâmetros, e considerando os dados e informações levantadas sobre o Programa referentes ao período 2000-2007, o IPEA estabeleceu as seguintes conclusões, resumidas a seguir:

Quadro 1 – Avaliação do Ipea referente ao Programa de P&D ANEEL no período 2000-2007

Foco de análise	Objetivo	Conclusões
Capacidade de impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico e a competitividade do setor elétrico	Verificar o acesso de agentes, empresas e instituições que participaram do Programa a outros instrumentos de políticas públicas existentes no país	<p><u>Aspectos positivos:</u> O programa movimentou quantidade considerável de recursos, maior do que a aplicada no mesmo período pelo fundo setorial do setor elétrico (CT-Energ), além de envolver uma quantidade de pesquisadores também relevante, em número semelhante ao envolvido pela Petrobras em sua rede de pesquisa.</p> <p><u>Aspectos Negativos:</u> Baixa participação dos agentes na execução dos projetos, um caráter incremental das inovações pretendidas, baixa participação de empresas fornecedoras</p>

Impactos econômicos, científicos e tecnológicos do programa	Avaliar quantitativamente os impactos do Programa sobre as empresas e recursos humanos participantes	<p><u>Aspectos positivos:</u> Houve um <i>catching-up</i> dos pesquisadores participantes do Programa, que inicialmente tinham uma produtividade inferior aos de seus correlatos (grupo de controle), mediante convergência da produção científica e redução do diferencial da produção tecnológica.</p> <p><u>Aspectos Negativos:</u> Em geral, houve poucos casos em que se observou significância estatística do impacto do programa. Os fornecedores e prestadores de serviços não apresentaram desempenho econômico estatisticamente superior ao daquelas que não participam do Programa; e os recursos humanos envolvidos nos projetos não apresentaram indicadores de produção científica e tecnológica superiores aos das pessoas que não participaram.</p>
Alinhamento dos projetos do programa à estratégia geral dos agentes	Realizar uma análise qualitativa dos impactos do programa	<p><u>Aspectos positivos:</u> O programa contribuiu para a criação de uma cultura de inovação nas empresas do setor, permitindo também que as empresas reconhecessem benefícios, inclusive com a possibilidade de investir em projetos menos incrementais.</p> <p><u>Aspectos Negativos:</u> Permanecem abertas, ainda, oportunidades para difundir algumas boas práticas na gestão dos projetos ainda pouco utilizadas pelas empresas, especialmente quanto à forma de contratação de pesquisadores e à comercialização dos produtos desenvolvidos</p>

Fonte: POMPERMAYER et al, 2011; IPEA, 2012. Elaboração própria.

Como sugestões de melhoria do Programa, o Ipea destacou o papel da ANEEL mediante:

- (i) Incentivos a um maior alinhamento dos projetos às estratégias das empresas. No caso em que não se identifique destinação eficiente aos recursos, os agentes poderiam revertê-los para a capitalização de projetos estratégicos desenvolvidos de forma cooperativa;

- (ii) Realização de ações de divulgação do Programa, que poderiam contribuir para aumentar a competição pelos recursos e melhorar a qualidade e efetividade dos projetos;
- (iii) Desenvolvimento de mecanismos de incentivos para projetos mais intensivos em P&D, com o objetivo de ampliar a participação de projetos mais ligados às fronteiras tecnológicas (ex.: concessão de maior tempo para que os benefícios em termos de eficiência revertissem para a modicidade tarifária, e de menores para projetos incrementais); ou a possibilidade de maior ou menor apropriação dos resultados (financeiros) dos projetos de acordo com o nível de risco da pesquisa (inovações incrementais, de menor risco versus na fronteira tecnológica, de maior risco); ou então alguma flexibilização tarifária, no caso do setor de distribuição, decorrente de mudanças tecnológicas que levassem a maior concorrência dos agentes (IPEA, 2012).

Enfim, segundo o Ipea, o sucesso do Programa de P&D regulado pela ANEEL não depende apenas das áreas diretamente envolvidas nos agentes e na ANEEL, mas também dos demais departamentos e da própria conjuntura setorial (IPEA, 2012: 15).

2.2.2 CGEE

O estudo do CGEE, datado de 2015, foi elaborado a partir da coleta e sistematização de informações geradas por entrevistas com agentes públicos do governo federal e representantes das empresas da cadeia de produção de energia elétrica e da indústria.

Nesse estudo, que teve como objetivo identificar os obstáculos à inovação no setor de energia elétrica nacional relacionados ao cumprimento do dispositivo legal que visa a promoção do P&D e EE, bem como propor aprimoramento de políticas públicas e regulação voltadas para a inovação no setor, também foram elaboradas recomendações e detalhadas algumas sugestões mais estruturantes especificamente para o Programa de P&D da ANEEL (CGEE, 2015).

No que se referem aos obstáculos e desafios do setor elétrico, foram identificadas duas categorias: no âmbito externo aos agentes do setor elétrico e no âmbito interno das empresas, conforme detalhadas no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 – Obstáculos à PD&I em energia elétrica a partir de levantamento exploratório do CGEE junto a agentes públicos e empresas em 2015

Natureza	Dimensão	Obstáculos (Ator(es) crítico(s)*)
Externo às empresas	Modelo de PD&I nacional	<ul style="list-style-type: none"> • PD&I não é foco das empresas (U) • Falta de alinhamento com outras políticas públicas de CT&I (G) • Pouca integração dos agentes setoriais com a indústria (U+E) • Ausência de cultura inovadora e empreendedora nas universidades/ instituições de pesquisa (U) • Falta de cultura de planejamento de longo prazo de PD&I (G) • Grande abrangência dos temas prioritários para investimento (G) • Obrigatoriedade de Investimento em P&D pelo setor produtivo (E)
	Regulamentação	<ul style="list-style-type: none"> • Regulamentação detalhista e complexa (G) • Não alinhamento de temas prioritárias da ANEEL às primazias dos agentes e academia (G) • Redundância na solicitação das informações (U) • Falta de alinhamento da fiscalização da ANEEL sobre o conceito de PD&I do Programa ANEEL (E) • Lei do bem (E) • Certificação (E) • Outros controles externos, como fiscalização do TCU e da CGU (E)
	Gestão pública de PD&I	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios subjetivos de avaliação técnica dos projetos pela ANEEL = Insegurança de aprovação (E) • Dificuldades no enquadramento de projetos às regras vigentes, sobretudo não tecnológicos (U+E) • Insegurança de aprovação (Risco ANEEL) (E) • Definição limitada da inovação (E) • Patenteamento lento (E) • Licenciamento das patentes (G) • Comercialização de produtos (E) • Processo de elaboração de editais (G) • Dificuldades em estabelecer parcerias internacionais (G)

		<ul style="list-style-type: none"> • Falta de instrumento jurídico substituto a "contrato" para projetos de P&D (E) • Modelo de acompanhamento de execução de contrato (G) • Prestação de contas (E) • Exigências quanto a RH (necessidades de ter doutores) nos projetos estratégicos (E) • Prazos curtos das auditorias (E)
Interno às empresas	Gestão interna de PD&I	<ul style="list-style-type: none"> • Aversão ao risco (U) • Morosidade no processo de contratação (U) • Alocação do risco insucesso (G) • Divisão de propriedade intelectual (U+E) • Valor da patente licenciada (U) • Divisão de propriedade intelectual (E+U) • Cumprimento de prazos nas universidades e pelas próprias empresa pública de setor elétrico (E) • Lei n.º 9.991/2000 (E) • Lei n.º 8.666/1993 (E)
	RH e Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de infraestrutura (U+G+E) • Incentivo à formação específica de RH voltado para energia (U+G) • Limitação do valor de projeto de gestão a um teto (RH) (E)
	Cultura empreendedora	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco presente nas empresas e universidades (U) • Academia tem vocação de pesquisa sem produto (E) • Falta cultura de inovação nas empresas (E) • A inovação é pouco presente nas universidades (E)

(*)Proposto por: U= Universidades; G= Governo; E= Empresas
 Fonte: Elaborado a partir de CGEE, 2015 (p. 63-84).

Tais barreiras e dificuldades exigem ações de natureza ampla, a serem empreendidas pelos agentes do setor, pela academia, pela ANEEL e por outros agentes públicos, conclui o CGEE (2015, p. 87-106).

No que se refere singularmente ao Programa de P&D regulado pela ANEEL, uma síntese das recomendações e propostas apresentadas pelas empresas, academia e órgãos e agências de governo estão resumidas no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 – Recomendações aos desafios do modelo de PD&I do Programa ANEEL pelo CGEE em 2015

Dimensão	Desafios	Propostas
o de P D & I nas	Promover a cultura de inovação	Revisão das definições básicas sobre inovação, pesquisa e desenvolvimento

		Capacitação em Gestão para o departamento de P&D
		Divulgar as boas práticas de gestão e estratégia
		Investimento em Infraestrutura (edificações)
		Criar parâmetros de comparação
	Incentivar o planejamento estratégico de PD&I e dos mecanismos de incentivo	Articular os diferentes instrumentos de incentivo à PD&
		Monitoramento da Visão de Futuro
		Monitoramento dos resultados
		Aumentar o número de projetos estratégicos
	Incentivar a cadeia produtiva	Aumentar o prazo das chamadas públicas voltadas aos projetos estratégicos
		Incentivar a participação da cadeia de valor
Prêmio por produto de P&D - comercializado		
Regulamentação	Melhorar a comunicação	Promover diálogo permanente com os agentes de controle
	Reduzir etapas do processo burocrático	-
	Fomentar o fluxo de informação	-
Gestão pública de PD&I	Formação e Divulgação dos editais	Criar um espaço próprio em eventos anuais
	Avaliação de projetos	Rever a metodologia de avaliação de projetos

Fonte: Elaborado a partir de CGEE, 2015 (p. 90).

Algumas sugestões voltadas ao aperfeiçoamento das normas do Programa de P&D regulado pela ANEEL incluíram a simplificação das normas, e eliminação da subjetividade no processo de avaliação dos projetos do programa, particularmente do conceito de originalidade de um projeto, dentre outras, algumas já adotadas na revisão do Manual do Programa em 2016 – o PROP&D (CGEE, 2016, p. 133-157). Uma proposta estruturante específica e diferenciada do CGEE para a ANEEL em relação a outras análises foi a de um programa de capacitação comum, para o desenvolvimento interno das empresas no âmbito da inovação (CGEE, 2015, p. 109-129).

Foram destacados itens adicionais que ainda merecem análise por parte da Agência, a saber: clareza nas definições utilizadas na regulamentação; incentivos a parceria entre empresas cooperadas e entidades executoras; a introdução do conceito de Níveis de maturidade tecnológica, segundo o TRL; e sistemas

informatizados que permitam a troca de conhecimentos em rede, permitindo a interação entre os diversos entes do setor elétrico brasileiro envolvidos nos processos de proposição, avaliação, desenvolvimento e comercialização de novas soluções para o setor (CGEE, 2015, p. 161-183).

2.2.3 GESEL

Em período mais recente, mais especificamente ao final de 2016, o GESEL com apoio da RedeSist - Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais -, ambos do Instituto de Economia da UFRJ, foram contratados pelos grupos CPFL, EDP e Energisa para executar, no âmbito do Programa regulado pela ANEEL, o projeto intitulado “Avaliação do Programa de P&D da ANEEL: 2008-2015 e Formulação de Propostas de Aprimoramento”. Com duração prevista de dois anos, o foco central do projeto é avaliar os impactos qualitativos, econômicos e tecnológicos do Programa no período 2008-2015, bem como propor aprimoramentos e inovações regulatórias dentro de uma visão sistêmica, a fim de gerar um aumento da eficiência e eficácia dos resultados obtidos nos programas de P&D (CASTRO et al., 2017, p. 2).

Em um levantamento exploratório junto às empresas e outros *stakeholders* do Programa, o GESEL/RedeSist identificou as principais barreiras para aumento de sua efetividade, bem como algumas sugestões de superação, apresentadas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 – Barreiras para aumento da efetividade do Programa de P&D ANEEL conforme GEL/RedeSist

Tema	Desafios	Oportunidades de Superação
Critérios de avaliação do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Aperfeiçoar os critérios inadequados para avaliação de projetos • Alterar a ênfase excessiva em resultados acadêmicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar indicadores que induzam um enfoque prático na escolha dos projetos de P&D; • Financiamento de testes e desenvolvimentos de produtos na fase pós projeto

Obrigatoriedade de Investimentos regionais	Estudar a exigência legal mínima de 30% dos investimentos nas regiões N, NE e CO	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilização de critérios regionais, aplicando critério de investimentos regionais somente para a parcela dos investimentos que são geridos pelas empresas (40% do total)
Percepção de inovação no setor	Os critérios de inovação adotados pela ANEEL são baseados no Manual de Oslo, mais voltado para o setor industrial tradicional e não capta as particularidades do processo de inovação no setor elétrico	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação do conceito de inovação adotado no programa para uma visão sistêmica; • Revisão dos estágios da cadeia de inovação empregados na avaliação dos projetos de P&D; • Considerar que nem todo projeto de P&D deverá gerar produtos para o mercado, mas melhorias que se aplicam somente a certas empresas.
Crítérios de glosa	A falta de indicadores que ajudem a mensurar os resultados dos projetos de P&D faz com que as empresas invistam buscando melhorias incrementais e de processo.	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos a projetos que busquem gerar inovações disruptivas para o setor; • Elaboração de indicadores internos para mensuração da qualidade do P&D de forma a minimizar o risco de glosa
Participação de institutos de pesquisa e consultorias	Estimular os institutos de pesquisa a terem um papel passivo na seleção de projetos e atuam a partir de demandas das áreas de P&D das empresas	<ul style="list-style-type: none"> • Universidades e institutos de pesquisa com capacitação tecnológica robusta devem articular e propor projetos de pesquisa básica voltados para inovações de fronteira.
Articulação com FNDCT e MME para <i>funding</i> de projetos	40% da receita do programa é destinado ao FNDCT e 20% para a EPE	<ul style="list-style-type: none"> • Articulação com agências públicas e privadas de forma a utilizar os recursos mobilizados pelo programa de P&D da ANEEL que são gerenciados pelo Ministério de Minas e Energia e pelo Ministério da Ciência, Tecnologias e Inovação
Priorização de temas e chamadas estratégicas	A ANEEL define chamadas públicas voltadas para projetos que não necessariamente são de temas de maior urgência dentro do setor	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de consulta aos agentes do setor, incluindo as empresas de GTD para elaboração de chamadas públicas para seleção de temas prioritários alinhados às diretrizes de desenvolvimento do setor

Fonte: CASTRO et al., 2017 (p. 36).

Conclusões preliminares do estudo do GESEL/RedeSis apontam que a visão linear do mecanismo de inovação – que é utilizada no Programa da ANEEL - traz limitações ao processo de inovação (CASTRO et al., 2018, p. 34). Nesse sentido, os

autores propõem que a ANEEL use indicadores na avaliação dos projetos de P&D das empresas, além dos atuais de *output*, *input* ou de impacto, que analisem o Programa a partir de uma abordagem sistêmica e que contemplem fatores mais amplos, tais como os apontados por Castro et al. (2018, p. 34-35).:

- (i) construção de capacitações a partir de processos internos e interativos;
- (ii) esforços sistemáticos de inovação;
- (iii) introdução de novidades no mercado, como produtos, processos e mudanças organizacionais;
- (iv) magnitude dos impactos no Setor Elétrico;
- (v) articulação com as dimensões local e regional; e
- (vi) potenciais convergências e conflitos.

2.3 SÍNTESE DAS AVALIAÇÕES

Todas as avaliações do Programa de P&D regulado pela ANEEL identificam barreiras, mas também oportunidades de aperfeiçoamento para aumento da eficiência e eficácia dos resultados.

Essas oportunidades refletem o que BORRÁS & EDQUIST (2013) denominam “problemas”⁶ que precisam ser mitigados e que não foram até então resolvidos no âmbito dos sistemas de inovação.

Reconhece-se que cada avaliação é única; as metas diferem e, da mesma forma, a dimensão que cobrem e os métodos que são usados, tal como lembram EDLER et al. (2012). Ainda assim, é possível elaborar uma síntese das três avaliações (Ipea, CGEE e GESEL), integrando seus resultados e respondendo questões variadas sobre o Programa de P&D regulado pela ANEEL.

De uma forma geral, pode-se caracterizar as avaliações do Ipea, CGEE e GESEL em três aspectos principais, conforme a natureza dos problemas ou barreiras para aumento da efetividade do Programa, a saber:

⁶ “Problema”, conforme BORRÁS & EDQUIST (2013), no sentido aqui utilizado – ou seja, a partir do ponto de vista de uma política pública – é, por exemplo, um *baixo* desempenho do sistema de inovação.

- (i) Questões relacionadas ao ambiente setorial de inovação e comportamento dos agentes do setor elétrico;
- (ii) Questões relativas a regulação do Programa de P&D ANEEL; e
- (iii) Questões relacionadas à gestão e estrutura operacional do Programa pela ANEEL.

Uma proposta de compilação das contribuições em termos de diagnóstico e recomendações, integrando os resultados das diferentes avaliações, está resumida no Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 – Síntese das avaliações do Programa de P&D regulado pela ANEEL

Natureza da análise	Diagnóstico	Recomendações
Ambiente setorial de inovação e comportamento dos agentes	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa participação de fornecedores e prestadores de serviços • Ausência de cultura empreendedora nas universidades e instituições de pesquisa • Aversão ao risco por parte dos agentes • PD&I percebida como obrigação legal e financeira • Falta de alinhamento dos projetos com estratégia das empresas • Falta de alinhamento entre políticas públicas • Ausência de planejamento estratégico e de longo prazo de PD&I 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a cultura da inovação • Promover formação de redes com diferentes <i>stakeholders</i> • Alinhar projetos às estratégias das empresas • Estabelecer temas prioritários e visão de futuro do setor elétrico • Considerar inovação como oportunidade de negócio • Disseminar resultados e boas práticas • Promover articulações com outros agentes e políticas públicas •
O Programa de P&D ANEEL	<ul style="list-style-type: none"> • Regulamentação detalhista e complexa • Conceito de inovação obsoleto • Critérios de inovação não captam particularidades do setor elétrico • Ênfase excessiva na promoção de resultados acadêmicos • Critérios inadequados para avaliação da inovação no setor elétrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar conceito de inovação para uma visão sistêmica e não-linear • Revisar os estágios da cadeia de inovação empregados na avaliação dos projetos de P&D • Reavaliar métricas de avaliação de projetos • Monitorar os resultados, inclusive na fase pós-projeto • Dar condições para testes e desenvolvimentos de

	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de indicadores para mensurar resultados em termos de inovação • Falta de alinhamento de temas prioritários com os dos agentes e academia • Condições de aplicação de dispositivos legais inadequadas ao ambiente setorial • <i>Funding</i> não atinge fase pós-projeto 	<p>produtos na fase pós projeto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver incentivos para projetos de maior risco tecnológico e/ou que busquem gerar inovações disruptivas • Incentivas a participação novos atores (empresas aceleradoras e startups) • Desenvolver mecanismos de consulta aos <i>stakeholders</i> para priorização de temas e tecnologias • Difundir boas práticas
Gestão e estrutura operacional da ANEEL	<ul style="list-style-type: none"> • Redundância na solicitação de informações • Burocracia e morosidade na avaliação dos projetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistemas computacionais “inteligentes” e interligados • Simplificar o processo de avaliação • Realizar ações de divulgação do Programa • Estimular a troca de experiências e boas práticas

Assim sendo, fazendo uma análise sistemática das avaliações externas, a conclusão de que a *performance* do Programa de P&D da ANEEL ter sido bem menor que seu potencial de inovação tem sido evidenciada nas várias avaliações acerca do Programa. Já desde um período mais distante que se sinaliza a necessidade do Programa de P&D regulado pela ANEEL incorporar ações mais aderentes ao conceito sistêmico e dinâmico de inovação em sua interação com os agentes. Além do mais, a percepção do Programa como um repositório de P&D pela valoração acentuada de resultados de cunho acadêmico (por exemplo, capacitação e publicações) exige uma sinalização mais contundente por parte do regulador da natureza efetiva dos resultados que se pretende alcançar com a aplicação dos recursos compulsórios.

Ou seja, como bem explicam BORRÁS & EDQUIST (2013, p. 1515), a inovação não é uma meta, mas um meio de atingir metas mais amplas. No caso do Programa de P&D regulado pela ANEEL, os objetivos diretos estão mais relacionados às prioridades estabelecidas no comando legal, com a obtenção de resultados de aplicação prática.

A ANEEL já criou normativos estimulando a parceria entre as empresas e academia, notadamente na forma de Projetos de P&D Estratégicos, buscando o

desenvolvimento de projetos de maior porte e a cooperação como quesitos para encontrar soluções com maior impacto para o sistema nacional de energia elétrica. Nos arranjos realizados, porém, é muito tímida a participação da cadeia de fornecedores, de produtos ou serviços, na execução desses projetos, levando conseqüentemente, a novas criações de significância econômica e para a sociedade.

Também se verifica uma resposta fraca das empresas em adotar a inovação como estratégia para reduzir custos, melhorar os serviços e impactar na modicidade tarifária, assim como relacionar esses objetivos com os grandes desafios estratégicos do setor. Mais ainda, não se observa utilizar os projetos e resultados como elemento de comunicação dos avanços e inovação já realizados, bem como sua disseminação a sociedade. Com exceção dos projetos estratégicos, não se verifica um movimento massivo em complementar lacunas e antecipar aos desafios setoriais.

A partir desses e dos demais desafios apontados, bem como de experiências internacionais, pode-se propor novas recomendações para as questões apontadas, buscando soluções notadamente para a baixa intensidade de inovação do Programa de P&D regulado pela ANEEL.

3 ABORDAGEM CONCEITUAL E BENCHMARKING

As políticas de inovação do setor elétrico e o Programa de P&D ANEEL estão inseridos num amplo cenário, que envolve o contexto nacional bem como o ambiente internacional. Nesse sentido, vale abordar algumas das principais tendências tecnológicas no setor elétrico e as características da inovação setorial. Em seguida, pode-se apontar os fundamentos de abordagens em ampla disseminação atualmente para conduzir políticas públicas de inovação, a abordagem sistêmica da inovação, a das políticas orientadas por missões e as medidas centradas na demanda.

É dado particular destaque às condições de articulação dessas abordagens para mudar que a inovação atue como elemento para que as mudanças se materializem.

Finalmente, de uma forma pragmática, analisam-se casos de sucesso no uso das abordagens mencionadas, em programas e ações selecionados, tais como o do Programa de transição energética alemã (*Energiewende*), a ação da Agência norte americana ARPA-e e o caso da inserção da inovação na regulação das concessionárias de energia reguladas pela agência britânica Ofgem.

3.1 INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO E TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Tsunamis de inovação, ansiedade e oportunidade é o que está arrebatando o setor de energia como um todo na atualidade, descreve um informe do Fórum Econômico Mundial elaborado por especialistas em energia e negócios (WEF, 2018). Os autores, dentre eles David G. Victor, professor e pesquisador do Brookings Institute⁷, observam que as novas tecnologias vem transformando os mercados globais de energia, com grandes e profundas mudanças particularmente no setor elétrico, levando a um cenário disruptivo descrito da seguinte forma:

⁷ David G. Vitor é também participante do Conselho Futuro Global em Energia do Fórum Econômico Mundial.

Um tsunami de inovação tem o potencial de envolver os sistemas energéticos de todo o mundo. Com isso, a ruptura e a transformação em toda a economia mundial podem ser tão profundas quanto os choques de eletricidade e petróleo de um século atrás. O tamanho e o escopo dos atuais sistemas de energia criam uma inércia poderosa, mas as forças tsunâmicas podem rapidamente derrubar os negócios e também alterar profundamente as perspectivas de como os sistemas de energia afetam as emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento sustentável. (WEF, 2018, p. 3).

Ou seja, para o setor de energia, que em sua essência é ancorado em infraestruturas de vida longa, “para as quais o investimento é sempre mais fácil quando as mudanças são poucas e os riscos são baixos”, um elemento certo agora é a imprevisibilidade (VICTOR, 2018). E para o setor elétrico, em particular, o qual “está silenciosamente passando por sua própria transformação”, conforme menciona Rose (2015), “rumo a uma nova indústria, mais descentralizada e com participação mais ativa do consumidor, e capaz de integrar muitas fontes diferentes de energia em redes elétricas altamente confiáveis”, como descrevem Victor & Yanosek (2018), os efeitos devem ser ainda maiores.

Historicamente o sistema elétrico era uma plataforma composta de transações de energia unidirecionais: geradores produziam energia elétrica, transmissoras “transportavam” a eletricidade de onde era produzida para locais mais próximos de onde era consumida, distribuidores e prestadores de serviços estabeleciam o acesso aos consumidores e os usuários finais consumiam energia (JOSKOW, 2011).

Nesse quadro que perdurou durante muito tempo, “o futuro era mais parecido com o passado, com pequenas mudanças cumulativas marginais” (VICTOR, 2018). Ou seja, devido ao tamanho e inércia dos sistemas de energia, era muito fácil prever o que aconteceria pois não se esperava transformações. Atualmente, porém, continua o autor, é muito mais difícil fazer previsões sobre o futuro porque quase todos os aspectos do sistema global de energia estão mudando simultaneamente.

O aumento dos recursos de energia distribuída, como as energias renováveis, por exemplo, está descentralizando a geração e a distribuição de energia, criando novos tipos de interação numa rede bidirecional. Como explica Chien (2017), esses novos relacionamentos e transações estão também redefinindo o papel dos usuários

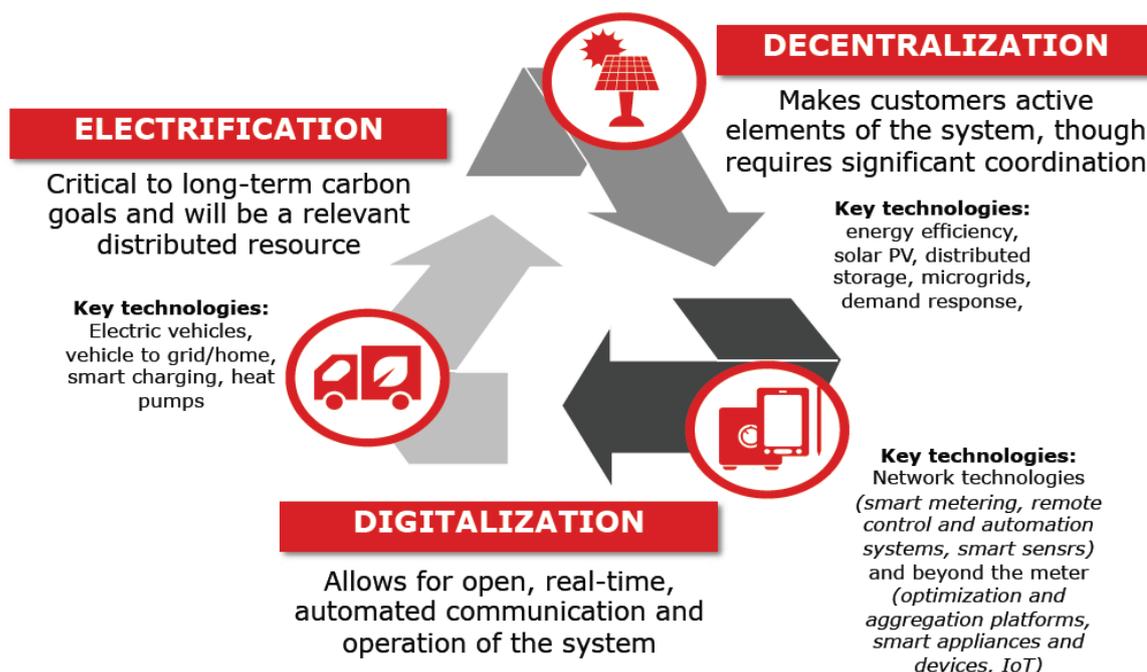
finais - que agora são produtores de energia - e dos *players* tradicionais de energia - que estão se tornando prestadores de serviços.

3.1.1 Tendências tecnológicas no setor elétrico

No setor elétrico, três elementos específicos estão incentivando as mudanças, apontados por especialistas do Fórum Econômico Mundial, a saber: a eletrificação, a descentralização e a digitalização. Todos os três fazem parte do grupo de inovações (tecnológicas e de modelos de negócios) que permitem que as redes de eletricidade, e as cidades em geral, se tornem cada vez mais inteligentes (WEF, 2017).

A figura 1, a seguir, indica a inter-relação dessas três tendências.

Figura 1 – As três tendências da transformação das redes elétricas



Fonte: WEF, 2017 (p. 4)

A “eletrificação” representa a transição de outros usos da energia para o da energia elétrica, incluindo o desenvolvimento de fontes renováveis, combinados com formas mais eficientes e sustentáveis de geração de energia, inclusive para fins de

aquecimento e calefação. É, portanto, um fator crítico para o atingimento de objetivos ambientais de longo prazo, como as metas de redução de emissões, sendo apontada como um recurso distribuído importante e com tendência crescente.

A eletrificação favorece a “descentralização” física das redes, que caminha lado a lado com a descentralização virtual de sua gestão. É o caso, por exemplo, da *demand response*, que é uma mudança no consumo de energia de um (ou mais) cliente(s) de energia elétrica para melhor atender à demanda de energia com o fornecimento⁸.

A “digitalização” é o que torna os benefícios da eletrificação e descentralização possíveis. A digitalização permite a comunicação automatizada aberta e em tempo real e a operação do sistema, utilizando tecnologias vão desde os medidores inteligentes aos sistemas de automação e controle remoto, sensores, dispositivos inteligentes, plataformas digitais integradas e internet das coisas. Essas inovações permitem a coordenação e controle automáticos da rede, otimizando o consumo em relação à produção e às necessidades dos clientes. Também criam oportunidades para fornecer novos serviços aos consumidores, permitindo que participem do mercado de eletricidade controlando o consumo e reduzindo as contas de energia, por exemplo.

Essas macrotendências, já em curso, estão levando a uma “transição energética” que envolve especialmente a implantação acelerada da eficiência energética e de tecnologias de energia renovável, requerendo uma inovação sistêmica, mediante inovações em tecnologia da informação, estruturas políticas, *design* de mercado, modelos de negócios, instrumentos financeiros, capacitação de infraestrutura, dentre outros (IRENA, 2018).

Com essa transição energética, existem oportunidades e riscos significativos para serem melhor compreendidos e gerenciados, o que está atraindo muita atenção da indústria, formuladores de políticas, reguladores, investidores, empreendedores e clientes, conforme declaram CASTILLA-RUBIO & SARAIVA (2018).

Algumas soluções já são vislumbradas pelos *experts*, que recomendam que os governos e as empresas precisam encontrar maneiras de serem mais ágeis. “Eles precisam de formas organizacionais flexíveis e simples. Eles precisam de

⁸ A *demand response* tem sido representada por um acordo através do qual consumidores (notadamente grandes empresa) suspendem seu consumo de energia da rede durante os períodos de pico e recebem uma compensação financeira das empresas de distribuição (WEF, 2017).

políticas e práticas de negócios que possam ser ajustadas rapidamente à luz de novas informações”. (VICTOR, 2018). Além do mais, precisam da aplicação de novas abordagens das políticas públicas, envolvendo a pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) e inovação (IRENA, 2018).

3.1.2 Dinâmica da inovação e desafios para o PD&I no setor de energia elétrica

Grande parte das atividades de PD&I no setor de energia ocorre nas empresas que fornecem a tecnologia. Especificamente no setor de energia elétrica, conforme destacam Pompermayer et al. (2011), com a implantação da infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia, as inovações surgem na atualização de equipamentos e sistemas, o que permite ganhos de produtividade em função do tempo. Por outro lado, enfatizam os autores, a cadeia produtiva é determinada pela lógica de inovação dominada por fornecedores, que são, em sua maioria, empresas multinacionais, e assim inibem esforços dos demais atores do setor quanto a práticas de inovação, no caso de países não intensivos em tecnologia como o Brasil.

O que também explica a baixa intensidade de P&D por parte das concessionárias de energia elétrica, explica Anadón (2012), é o fato de que as tecnologias utilizadas não fornecem serviços adicionais ou diferenciados que podem agregar valor aos negócios (os consumidores geralmente não se importam de onde a eletricidade vem); e operar em um setor que é, em muitos aspectos, fortemente regulado pode limitar a vantagem de assumir um risco tecnológico, enquanto os incentivos são especialmente orientados para uma maior confiabilidade do sistema.

Diante disso, a indústria de energia elétrica, apesar de sua importância na economia, tradicionalmente mostra baixo nível de gastos com PD&I (GEA, 2012). Quando ocorrem gastos substanciais, geralmente o investimento empresarial é tratado com objetivos e retornos no curto prazo. “A melhoria da eficiência energética, a inovação nas tecnologias de geração e a aplicação da digitalização às redes

elétricas e à medição no setor de energia elétrica são claramente objetivos desse tipo”, relatam COSTA-CAMPI et al. (2015), com base na literatura especializada.

Em pesquisas recentes, também se pode observar que as empresas estão fomentando a inovação para reduzir seu impacto ambiental, comentam os autores.

Todos esses investimentos, afirmam COSTA-CAMPI et al. (2015), representam inovações incrementais e a eficácia é medida por aumento dos lucros. Nesse sentido, os autores observam que:

As empresas incorporam essas inovações ambientais como uma nova estratégia competitiva baseada em diferenciação e reputação em comparação com os concorrentes e com vistas a atrair investidores inteligentes. Todos esses investimentos representam inovações incrementais cuja eficácia é medida pela melhoria dos lucros.

Esse novo foco na competição permite que objetivos e desempenho privados e públicos sejam unidos. A regulação inteligente e a autorregulação explicam a recuperação de investimentos em P&D no setor de energia, mas **sua natureza incremental e aplicada não lhes permite enfrentar sozinhos os grandes desafios da política energética.** (p. 194) (grifo nosso)

Para ir além desse quadro, também no setor de energia se enfatiza a necessidade do envolvimento da comunidade científica, de governos e agentes privados, justificando a colaboração público-privada e o papel relevante das políticas públicas e do investimento público no investimento privado (HENDERSON & NEWELL, 2010; NEWELL, 2010a), em iniciativas com foco em resultados de longo prazo e retornos de interesse social e econômico para a sociedade como um todo (GALLAGHER et al., 2012; IEA, 2010).

Como mencionado, na primeira década do século 21, muitos países expandiram ou renovaram seus apoios ao fomento da inovação, sendo essa também uma realidade no setor de energia, onde se tem visto um amplo apoio ao desenvolvimento e implementação de tecnologia avançadas no fornecimento e uso de energia. (ANADÓN, 2012).

Um aumento generalizado dos investimentos públicos em pesquisa, desenvolvimento e projetos demonstrativos de energia (PD&D) nos países membros Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), bem como

nos países emergentes como os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), como Brasil, tem se verificado. Por exemplo, em 2016, os países membros da OECD gastaram US\$ 16,6 bilhões em PD&D em energia, em comparação com US\$ 10 bilhões em 2000 (ajustados pela paridade de poder de compra). Ao final de 2017, o Reino Unido definiu seu programa “Clean Growth Strategy”, com estimativas de investimento de mais de £ 2,5 bilhões (US\$ 3,3 bilhões) em inovação de baixo carbono entre 2015 e 2021. Em 2015, a União Européia se comprometeu a dobrar seus investimentos em PD&D em energia, no âmbito do Programa “Mission Innovation”, em complemento ao Acordo climático de Paris – embora a meta final pode não ser atingida pela decisão dos Estados Unidos de sair do acordo. (CHAN, 2017).

Diferentes nações também estão buscando novas estratégias e mesmo criando novos tipos de instituições, tais como a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada - Energia (ARPA-E), administrada pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE), que foca em dotações/fundos/ em tecnologias-chave como armazenamento de energia a preços acessíveis. Mencione-se também o Reino Unido, que lançou o programa “Catapult,” que visa aproximar universidades e indústria, e inclui serviços de consultoria em sustentabilidade, bem como iniciativas como o fundo LCNF e o programa RIIO-2, da agência reguladora britânica Ofgem, promovendo a inovação. E a China está reformando a Academia Chinesa de Ciências e seus laboratórios nacionais, além de criar instalações laboratoriais maiores. (CHAN, 2017).

Conforme ANADÓN (2012), esse interesse geral dos governos em impulsionar o desenvolvimento e implantação de novas tecnologias de energia é uma reminiscência de um esforço que tomou conta nos países durante a crise do petróleo dos anos 70. Mas diferentemente daquele período, quando os governos em todo o mundo buscavam equilibrar as contas nacionais e aumentar a segurança energética por meio da diversificação de fontes energéticas e da redução do consumo, no período recente não há um único objetivo a perseguir.

No período atual, diz a autora, há uma multiplicidade de metas, ou seja, múltiplas missões, motivando os esforços governamentais. Essas metas variam desde a redução da importação de petróleo e gás para aumento da segurança energética, até a preocupação em mitigar as mudanças climáticas e reduzir a

poluição, passando pela promoção da competitividade econômica no crescente mercado de tecnologia energética. (ANADÓN, 2012). Embora, diz a autora, as condições macroeconômicas e dos países, como políticas do uso da terra e as condições de competitividade mundial, tem mudado a prioridade dessas metas, criando tensões e afetando a definição das políticas e criando desafios para construir e manter o apoio do público e elaboradores das políticas.

Não se pode desprezar, como destaca a autora, que as políticas e programas que foram desenvolvidos nos anos 1970 tem um impacto nas opções disponíveis hoje para os governos (ANADÓN, 2012, p. 1744). Esse aspecto é relevante para entender como as variações entre os objetivos nacionais e industriais e os ambientes políticos onde se materializaram e as variações nas políticas adotadas. Também importante para identificar pontos de convergência e divergências nas abordagens nacionais e nas instituições principais.

3.1.3 A dinâmica recente das políticas de PD&I no setor elétrico brasileiro

O momento atual é bem claro, no que se refere à demanda tecnológica do setor elétrico. Como mencionado anteriormente, em todo o mundo, verifica-se uma revolução tecnológica em curso, a qual determina uma ruptura dos paradigmas vigentes há décadas. Neste contexto, vale verificar como a política setorial de PD&I no Brasil está estruturada para lidar com os desafios que se entrevê.

Segundo Santos (2016), verificou-se em período recente um efetivo avanço na construção de um sistema nacional de inovação (SNI) na área de energias, a saber:

- (i) a estruturação de órgãos e funções na área de energia;
- (ii) a elevação da capacidade das universidades e do conjunto de ICTs em dar respostas tecnológicas as demandas setoriais;
- (iii) a formação e a consolidação de fundos de apoio ao P&D;
- (iv) um conjunto de medidas de regulação recentes (destacadamente após a criação das agencias reguladoras, em meados dos anos 1990) com

elementos de estímulo à competitividade; e (v) a criação/reestruturação de fundos para financiar pesquisas na área energética.

Como resultado, evidencia-se mudanças e avanços em relação a aspectos como:

- (i) disponibilidade de recursos em grandes fundos de apoio à P&D (que, somados, objetivam alocar recursos superiores a R\$ 10 bilhões a cada cinco anos, entre P&D e inovação, por meio da aquisição de bens, incluindo o P&D ANEEL);
- (ii) significativo porte de projetos em relação a ações/programas anteriores no país (a exemplo do Programa de P&D da ANEEL cuja média supera R\$ 3,5 milhões/projeto);
- (iii) redução da pulverização dos recursos entre pesquisa básica, avançada e infraestruturas, embora com ressalvas de avanço lento no Programa de P&D da ANEEL; e
- (iv) avanços institucionais, inclusive com a cooperação entre agências, estruturação do SNI (iniciativas estatais, de ICTs e do setor produtivo) e importantes iniciativas de coordenação de seus instrumentos. (SANTOS, 2017).

Além desses aspectos, observa-se que há um movimento, no que se refere à concepção das iniciativas de financiamento, no sentido de centrar esforços em temas prioritários para o setor produtivo e nas demandas do país. (SANTOS, 2017).

Assim, o conjunto das iniciativas recentes de promoção da pesquisa em energia no Brasil traz importantes avanços na forma de financiamento do PD&I, numa abordagem sistêmica. A estrutura regulatória, as instituições e os instrumentos disponíveis (fundos da ANEEL, da Finep e do BNDES), mesmo sendo complexos, possibilitaram a estruturação de ações bem fundamentadas e a coordenação de esforços para a integração de expertises na promoção da P&D em energia. (SANTOS, 2017).

Permanecem, porém, muitos desafios, principalmente no tocante à promoção da PD&I com foco na oferta de produtos, processos e serviços, tanto ao mercado gerador quanto consumidor de energia. Com isso, de acordo com Santos (2017), uma abordagem necessária seria o foco em prioridades no tipo de apoio (à PD&I e as indústrias fornecedoras), de modo a ampliar o domínio dos espaços mais

factíveis tanto na cadeia de valor quanto na produção energética. Sem essas medidas, salienta o autor, até mesmo a atenção e a concentração de recursos em temas arbitrados como prioritários, embora necessárias, podem não obter resultados expressivos em ganhos de produtividade e competitividade da indústria energética local.

Finalizando, Santos (2017) afirma que a estrutura regulatória, as instituições e os instrumentos disponíveis, ainda que contenham lacunas, não impedem a configuração e o início de ações de coordenação para a integração de expertises na promoção da P&D. No entanto, as perspectivas devem dar uma atenção especial ao envolvimento do setor produtivo, alerta o autor, mencionando como exemplo o ecossistema de startups de energia, que é ainda bastante incipiente, tendo em vista que as pesquisas realizadas no setor, notadamente no Programa regulado pela ANEEL, geralmente são mais focadas nas primeiras etapas de maturidade tecnológica, fazendo com que poucas tecnologias cheguem de fato ao mercado, não realizando a tão idealizada inovação.

De uma forma geral, o sistema setorial reflete o próprio sistema de inovação do Brasil, que segundo Mazzucato & Penna (2016), a despeito do volume crescente de recursos investidos, carrega como fragilidades a falta de uma agenda estratégica consistente de longo prazo que dê coerência às políticas públicas de promoção à inovação (explícitas ou não); a existência de uma fragmentação entre os subsistema de educação e pesquisa e de produção e inovação; baixa propensão para inovar no subsistema de produção e inovação; existência de ineficiências no subsistema de políticas e regulação, tais como sobreposição de responsabilidades, competição por e uso não estratégico de recursos, descontinuidade de investimentos, dentre outros; necessidade de reformas institucionais importantes na tributação e na regulação da indústria; e o fato de ser constantemente prejudicado pelas políticas implícitas da agenda macroeconômica, como metas de inflação e redução do gasto público.

No entendimento de Mazzucato & Penna (2016), isso se deve ao fato dessas políticas terem sido formuladas a partir da perspectiva restritiva de falhas de mercado, o que tem conduzido, em geral, a projetos *ad hoc* e não sistêmicos, e, em sua maioria, com viés em pró da ciência, mas com pouco impacto positivo sobre a estrutura produtiva ou sobre a propensão das empresas para inovar, como por exemplo o caso da criação de parques tecnológicos.

Fica claro, portanto, que novas parcerias, ferramentas e abordagens para a inovação precisam ser estabelecidas no âmbito das políticas de PD&I no Brasil e no setor elétrico nacional.

3.2 TENDÊNCIAS EM POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO

A inovação é hoje uma prioridade tanto para os atores do sistema de inovação, como universidades, centro de pesquisa, laboratórios e empresas, quanto para os formuladores de políticas públicas, como vários autores já destacaram. Embora não seja um objetivo em si, a inovação fornece a base para novos negócios, novos empregos e crescimento da produtividade, sendo, portanto, um importante impulsionador do crescimento econômico e do desenvolvimento (OECD, 2015). Como enfatiza Mazzucato (2018b), os governos estão cada vez mais buscando um crescimento econômico que seja inteligente, inclusivo e sustentável; e isso só tem sido possível através da inovação.

A inovação, porém, está mudando rapidamente. O crescente papel da internet, os investimentos em capital baseado no conhecimento e a globalização estão entre as principais forças subjacentes do lado da oferta que afetam a inovação; do lado da demanda, desafios como os relacionados ao meio ambiente, ao envelhecimento e às desigualdades da sociedade, à desaceleração do crescimento econômico também estão impactando a dinâmica e a orientação da inovação. (OECD, 2015).

Neste contexto, os governos desempenham um papel fundamental. Como afirma Allas (2015), os produtos da inovação são determinados por um conjunto de interações complementares, e assim requerem soluções sistêmicas; e embora o setor público seja frequentemente mal preparado para lidar com essa complexidade, diz a especialista, os governos adotam um papel importante na inovação: “Somente por existirem os governos têm grande impacto na inovação, e precisam melhorar.” (ALLAS, 2015, p. 85).

Na prática, os governos já intervêm de muitas formas, como mediante impostos e taxas, normas e regulamentações, etc. A questão aqui, diz, é como as políticas públicas direcionam a inovação.

As políticas de inovação já vem sofrendo ao menos duas transformações, desde 2000, relatam Kattel & Mazzucatto (2018): (i) Uma ênfase crescente na inovação não tecnológica, tal como a inovação social e no setor público, que estão recebendo cada vez mais atenção dos agentes públicos e da sociedade, particularmente no contexto dos chamados grandes desafios da sociedade, como os problemas relacionados às mudanças climáticas; e (ii) Uma mudança da óptica da participação do governo nos sistemas de inovação, de "correção de falhas de mercado" para a transformação e criação de mercados, em decorrência da reorientação da inovação tecnológica para lidar com esses elementos sistêmicos mais amplos.

Portanto, como resume Mazzucatto (2018b), a inovação no século 21 tem não somente um valor, mas também uma direção: responder aos maiores desafios sociais, ambientais e econômicos e gerar um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

De outra forma, a autora explica:

Esses problemas (atuais) são “perversos” no sentido de que são complexos, sistêmicos, interconectados e urgentes, exigindo compreensão de muitas perspectivas. A pobreza não pode ser resolvida sem atenção às interconexões entre nutrição, saúde, infraestrutura e educação, assim como com políticas tributárias redistributivas. (Mazzucatto, 2018a).

Assim sendo, as políticas públicas de inovação não tem sido mais vistas como “políticas de inovação” em sentido restrito, de mero apoio ao P&D, financiamento para capital de risco etc., mas sim políticas que consideram o desempenho do sistema como um todo. Desse modo, evidencia-se que o que interessa cada vez mais são os reflexos ou efeitos da inovação também em outras áreas de interesse da sociedade (KATTEL & MAZZUCATO, 2018).

Outro elemento relevante nesse novo contexto é a governança da inovação (LINDNER et al, 2016). Na abordagem tradicional, as instituições estabelecidas operavam com o objetivo principal de melhorar as capacidades de inovação,

buscando as “estruturas certas”, baseando-se em uma perspectiva da economia e do crescimento econômico mais estreita, afirmam LINDNER et al. (2016). Essa preocupação agora, continuam os autores, é substituída pela a de obter as estruturas certas, mas para alcançar um objetivo concreto (LINDNER et al., 2016), com qualidade e direcionalidade (MAZZUCATO, 2017 e 2018b; STIRLING, 2015 apud KATTEL & MAZZUCATTO, 2018)

Tal discussão se reflete na (re)consideração quanto às abordagens mais apropriadas para lidar com os desafios contemporâneas. Alguns autores, como Schot & Steinmueller (2018), consideram que uma nova abordagem não necessariamente substitui as existentes, “embora cada uma compita uma com as outras pela imaginação dos formuladores de políticas públicas e, em última instância, dos cidadãos” (p. 1555). Segundo os autores, as abordagens existentes ou passadas não se tornaram supérfluas; ao contrário, tem sua própria racionalidade, que é ainda relevante hoje e devem também ser melhoradas. Para eles, a prática real irá refletir uma mistura de todas as abordagens, inclusive as novas, que ainda precisam ainda ser melhor desenvolvidas, mas já fazem parte das discussões em torno das políticas públicas há algum tempo.

Para outros autores, como Kattel & Mazzucato (2018), exige-se uma nova perspectiva:

(...) a ambição de alcançar um tipo específico de crescimento econômico (inteligente, inclusivo, sustentável) é uma admissão direta de que o crescimento econômico tem não apenas uma taxa, mas também uma *direção* e, portanto, pode ter múltiplas direções *alternativas*. No entanto, esses objetivos ambiciosos exigem *re-pensar* o papel do governo e das políticas públicas na economia e as formas organizacionais associadas que podem ser tão dinâmicas e exploradoras quanto as próprias políticas. Em particular, precisa de uma nova justificativa da intervenção governamental que vá além da usual explicação da correção de falhas de mercado. (KATTEL & MAZZUCATO, 2018).

Nesse sentido, entram as abordagens sistêmicas e orientada por missões, que tem grande interconexão.

Como será visto a seguir, nas abordagens sistêmicas as empresas têm papel central no desenvolvimento de inovações, pois são elas que efetivamente introduzem as inovações no mercado, mas não o fazem de maneira isolada, porém

como parte de um complexo sistema de relações, instituições e organizações que levam em consideração o contexto institucional, econômico, social, político, histórico e cultural que estão inseridas.

Na abordagem orientada por missões, o papel do governo é fundamental na identificação das missões (objetivos ou metas) que estimulem padrões de produção, distribuição e consumo, criando ou modelando mercados.

Ambas as abordagens tem sido adotadas pelos países na implementação de políticas de inovação, ou na configuração de instituições (agências e órgãos) de inovação, seja por aqueles com conhecimentos de fronteira (como Alemanha, Estados Unidos, Inglaterra, Israel, etc.), ou em processos de *catching up*⁹ (como China e países asiáticos, Brasil e outros países em desenvolvimento).

Um elemento importante nessas abordagens é a demanda por inovação. No contexto das políticas orientadas aos desafios, esse elemento passa a ter um papel renovado e remodelado, com novas características a serem discutidas.

3.2.1 A abordagem sistêmica

A abordagem sistêmica e o conceito de sistemas de inovação emergiram do trabalho de diversos acadêmicos que estudaram, a partir de experiências empíricas, como a inovação ocorria em diferentes países e diferentes setores, e os atores institucionais chave envolvidos. Dentre tais acadêmicos, vale destacar Freeman (1982), Lundvall (1992), Nelson (1993), dentre outros, que conforme Nelson (2017), destacaram em sua pesquisa e publicações a importância dos diferentes tipos de atores, bem como das diferenças entre países e setores no processo de inovação.

A importância dessa abordagem cresceu nos anos 1990, quando entrou na agenda de formuladores de políticas públicas de âmbito nacional e regional, bem como de organismos supranacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a União Europeia, a Conferência das Nações

⁹ O *catching-up*, ou “[alcancem os desenvolvidos]” (BRESSER-PEREIRA, 2018), é um pressuposto da teoria econômica onde é possível que um país tecnologicamente atrasado possa crescer a taxas maiores que os países que compartilham a fronteira da tecnologia mundial, simplesmente utilizando os conhecimentos já desenvolvidos pelos países que estão na fronteira tecnológica.

Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) (TANAKA, 2018).

Na abordagem sistêmica, a inovação é entendida não como um ato isolado por parte de uma empresa ou organização individual, mas sim como um processo sistêmico e interativo, e implica na reformulação das políticas voltadas à inovação a partir de tais concepções (CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

Essa abordagem se contrapõe ao “modelo linear de inovação”, uma das primeiras abordagens teóricas desenvolvidos para a compreensão histórica da ciência e da tecnologia e sua relação com a economia (GODIN, 2006).

O modelo linear, cujo paradigma foi concebido a partir do relatório “The Endless Frontier”, elaborado por Vannevar Bush, em 1945, postula que o processo de inovação ocorre de forma linear, em etapas sequenciais e independentes, começando com pesquisa básica, passando por níveis mais aplicados de pesquisa e terminando com a sua aplicação e desenvolvimento, na produção e difusão (ou comercialização). Essa lógica linear considera a ciência e tecnologia como principal fonte de inovação e de progresso. (CALDERAN & OLIVEIRA, 2013).

O modelo linear adota a ciência como base para o crescimento econômico de longo prazo e pressupõe que a inovação envolve em grande parte a comercialização da descoberta científica. Também considera que os principais atores tem uma clara divisão de trabalho e responsabilidade: os cientistas, buscando o avanço do desenvolvimento científico, com atenção ocasional ao valor comercial potencial de suas descobertas, assumindo que aqueles que conhecerem suas pesquisas as usarão de forma socialmente responsável; o setor público, financiando generosamente a pesquisa científica, regulando a ciência para assegurar sua transparência e encorajar a auto-regulação da má conduta científica, dentre outros problemas que ocorreriam na comunidade científica; e o setor privado, transformando as descobertas científicas em inovações que apoiariam o crescimento econômico sustentado a longo prazo¹⁰ (SCHOT & STEINMUELLER, 2018).

¹⁰ Conforme Schot & Steinmueller (2018), na década de 1960 supunha-se que a competência para fazer isso existiria principalmente em grandes corporações estabelecidas, que seriam capazes de construir as capacidades de pesquisa industrial para realizar os esforços de P&D necessários para comercializar descobertas científicas (p. 1562)

Há algum tempo o modelo linear tem sido criticado, levando à afirmação de Rosenberg (1994) apud Godin (2006), de que “Todos sabem que o modelo linear de inovação está morto”. Ainda assim, observa Godin (2006), as políticas científicas carregaram uma concepção linear de inovação por muitas décadas, assim como acadêmicos que estudam ciência e tecnologia (C&T), de forma que o modelo linear tem sido muito influente até hoje.

De fato, o modelo linear não tem sido suficiente para refletir as complexas inter-relações entre C&T e, mais ainda, as correlações com a inovação. Já na década de 80, caracterizada pela intensificação da concorrência internacional, globalização, perspectivas dos países “serem deixados para trás” e a promessa do “*catching up*” para países menos desenvolvidos, mas que ocorreu apenas para os países asiáticos, colocaram em xeque a abordagem então vigente. Uma explicação era de que os países mais ricos estavam protegendo o conhecimento científico e tecnológico e assim, excluindo outros países de utilizar seu conhecimento e realizarem o processo de *catching up* – idéia contestada por diversos pesquisadores e especialistas, como explicam Schot & Steinmueller (2018). Os estudos empíricos sugeriam que existiam importantes diferenças internacionais na capacidade de inovar dos países e focaram a atenção nos processos de aprendizado e na relação entre diferentes organizações da sociedade, propondo uma abordagem sistêmica (SCHOT & STEINMUELLER, 2018).

Trazendo a formulação para o campo das políticas públicas, a abordagem sistêmica se baseia na economia evolucionária, fundamentada especialmente no trabalho de Schumpeter¹¹, que buscou entender como a inovação ocorre e como isso afeta a concorrência e o crescimento econômico. Em contraposição, a abordagem linear é baseada na abordagem neoclássica do crescimento econômico, que inicialmente sequer considerava a tecnologia e a inovação em seus modelos, passando a incorporar, mas como falha de mercado. (MAZZUCATO & PENNA, 2015).

Schot & Steinmueller (2018) observam que a abordagem linear não foi totalmente abandonada; algumas características do modelo continuaram a ser

¹¹ Schumpeter é considerado um dos mais importantes economistas da primeira metade do século XX e foi um dos primeiros a considerar as inovações tecnológicas como motor do desenvolvimento capitalista.

praticadas, embora outras ficaram sujeitas a modificação e adaptação, como o do papel e dos gastos do Estado na economia - que limitaram a ajuda governamental e favoreceram as políticas de mercado ao invés das políticas governamentais, incluindo a política de inovação, por exemplo.

De qualquer forma, com o passar do tempo se tornou clara a necessidade de novas abordagens .

A abordagem sistêmica dá origem a abordagem dos sistemas de inovação, (SI) que na literatura especializada tem vários enfoques, de acordo com a perspectiva adotada, em nível geográfico e/ou econômico (EDQUIST, 2001; LUNDVALL, 1992).

Segundo Lastres et al. (2006), o SI é uma ferramenta que permite compreender as mudanças e as trajetórias históricas e nacionais de desenvolvimento. Assim, dizem os autores, as diferenças dos SIs têm forte relação com o ambiente institucional de cada localidade/região/país, uma vez que as instituições também assumem papel relevante sobre as mudanças/inovações. Mas na essência, afirmam Cassiolato & Lastres (2005), todas as abordagens evidenciam a importância da interação entre os numerosos atores e instituições que participam do processo de inovação, num processo complexo e coletivo, traduzindo em benefícios à sociedade.

O conceito mais conhecido e amplamente utilizado são os dos sistemas nacionais de inovação (SNI), entendidos como conjunto de instituições, atores e mecanismos em um país que contribuem para a criação, avanço e difusão das inovações tecnológicas (FREEMAN, 1995). Destacam-se entre essas instituições, atores e mecanismos, os institutos de pesquisa, o sistema educacional, as firmas e seus laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, as agências governamentais, a estrutura do sistema financeiro, as leis de propriedade intelectual e as universidades (CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

A abordagem sistêmica surge então, como sintetizam Schot & Steinmueller (2018), visando impulsionar a capacidade de absorção pelos empreendedores e por meio de vínculos institucionais. Nesse contexto, também se enfatiza o papel do Estado, cabendo a ele formular políticas públicas de fomento à inovação, promover a diminuição de incertezas e estimular os demais agentes que compõem o sistema a investir em inovação tecnológica. Conforme comentam Villela & Magacho (2009), ao

criar instituições que regulamentam os setores produtivo e financeiro e ao promover o uso de suas políticas públicas em prol da produção de inovação tecnológica, o Estado coordena e direciona o progresso tecnológico do país.

3.2.2 Políticas orientadas a missão

As políticas orientadas por missões podem ser entendidas como políticas sistêmicas que se baseiam no estado da arte do conhecimento científico para solucionar problemas específicos (MAZZUCATO & PENNA, 2015; MAZZUCATO, 2018b). São, em geral, intervenções de larga escala, com vistas a alcançar uma missão claramente definida (qual seja, objetivo ou solução).

Como explicam Mazzucato & Penna (2016), as missões são “problemas específicos”, usando inovações em vários setores para alcançar problemas concretos - seja para fins militares ou para atingir alvos em áreas como energia (por exemplo, emissão zero de carbono) ou saúde (por exemplo, erradicação do câncer).

As políticas orientadas por missões na verdade não são uma abordagem recente, nem em escala nacional. O paradigma histórico é representado pela NASA colocando o homem na lua, onde “a grande ciência é mobilizada para enfrentar grandes problemas”¹² (WEINBERG, 1967 apud ERGAS, 1987). No entanto, no período atual - mais precisamente nos últimos 15 anos, se vê a reemergência dessas políticas, com algumas diferenças, sendo a principal a que seus objetivos estão em enfrentar desafios maiores, mais sociais do que tecnológicos (FORAY et al., 2012 apud MAZZUCATO, 2018b).

As principais diferenças entre as antigas e novas abordagens orientadas por missão estão apresentadas no Quadro 6, a seguir.

Quadro 6– Características de antigos e novos projetos contemporâneos orientados por missões

Antigos projetos: Defesa, nuclear e aeroespacial	Novos projetos: tecnologias ambientais e mudanças sociais
--	---

¹² *Big science deployed to meet big problems.* Tradução livre.

A difusão dos resultados fora do núcleo dos participantes é de importância menor ou ativamente desencorajado	A difusão dos resultados é um objetivo central e é ativamente encorajado
A missão é definida em termos do número de realizações técnicas, com pouca atenção à sua viabilidade econômica	A missão é definida em termos de soluções técnicas economicamente viáveis para problemas sociais específicos
Os objetivos e a direção do desenvolvimento tecnológico são definidos previamente por um pequeno grupo de especialistas	A direção da mudança técnica é influenciada por uma ampla gama de atores, incluindo governo, empresas privadas e grupos consumidores
Controle centralizado dentro de uma administração governamental	Controle descentralizado com um grande número de agentes envolvidos
A participação é limitada a um pequeno grupo de empresas devido à ênfase em um pequeno número de tecnologias radicais	Ênfase no desenvolvimento de métodos tanto radicais quanto a inovações incrementais para permitir que um grande número de empresas participe
Projetos autônomos com pouca necessidade de políticas complementares e pouca atenção à coerência	Políticas complementares vitais para o sucesso e atenção pago a coerência com outros objetivos

Fonte: Baseado em Mazzucato, 2018, p. 805.

A adoção da abordagem em período mais recente resulta em parte do reconhecimento dos governos que eles precisam alinhar melhor desafios sociais e ambientais com objetivos de inovação (STEINMUEELER & SCHOT, 2018). Nesse sentido, as políticas orientadas por missão são geralmente ambiciosas, exploratórias e inovadoras por natureza, muitas vezes interdisciplinares, apontando para um problema ou desafio concreto a ser tratado num prazo bem definido (COMISSÃO EUROPEIA, 2018).

Conforme menciona MAZZUCATO (2018, p. 804), são 6 as características das missões contemporâneas, a saber:

- (i) difusão de tecnologias;
- (ii) viabilidade econômica;
- (iii) sentido compartilhado de direção;
- (iv) controle descentralizado pelos organismos públicos;
- (v) desenvolvimento tanto da inovação radical quanto da inovação incremental; e
- (vi) requer políticas complementares.

Assim, na abordagem da política orientada por missão, a adoção de uma política de inovação não significa apenas estimular tecnologias e setores individuais;

ela estimula os distintos atores públicos e privados a atuar em parceria para alcançar metas específicas de um programa estratégico explícito de inovação, com uma agenda clara e definida. (MAZZUCATO, 2017).

De acordo com Schot & Steinmueller (2018), a abordagem orientada por missões, também identificada na literatura especializada como “mudança transformativa”, diferencia-se das abordagens anteriores por tratar as deficiências (e as soluções) advindas do desenvolvimento da ciência, tecnológica e inovação em relação aos problemas da sociedade, como sustentabilidade e pobreza ou distribuição desigual de renda, como fatores endógenos às políticas de inovação. E também atestam que as soluções e mudanças não podem ser atingidas somente por políticas de PD&I; outras políticas são necessárias para contribuir para a mudança também (p. 1565).

Para Mazzucato (2018b), a nova abordagem, “essa abordagem proativa, onde o estado lidera e os negócios seguem, é diferente da abordagem tradicional onde o estado, na melhor das hipóteses, é um reparador de mercados”. Assim, a principal diferença é que a inovação era tratada como “falhas de mercado”, dando uma perspectiva restritiva para abordar a questão (MAZZUCATO & PENNA, 2016).

Os fundamentos para a construção de uma política pública orientada por missões, tal como descritos por Mazzucato & Penna (2016) e resumidos por Mazzucato (2018b, p. 805), são :

- (i) **As missões devem ser bem definidas.** A definição mais granular do desafio tecnológico facilita o estabelecimento de metas e produtos entregáveis intermediários, assim como processos de monitoramento e prestação de contas. Quando a governança é muito ampla, ela pode se tornar deficiente e existe o risco de ser capturada por interesses adquiridos;
- (ii) **Uma missão não inclui um único projeto de P&D ou inovação, mas um portfólio de tais projetos.** Dado os resultados do P&D e da inovação são altamente incertos, é esperado que alguns projetos falharão e outros terão sucesso. Todos os interessados devem ser capazes de aceitar falhas e usá-las como experiências de aprendizado. Além disso, as partes interessadas não devem ser punidas por causa de falhas derivadas de esforços de boa fé;

- (iii) **As missões devem resultar em investimentos em diferentes setores e envolver diferentes tipos de atores.** Para ter o maior impacto, as missões devem envolver os atores em toda a economia, não apenas em um setor e não apenas no setor privado ou público;
- (iv) **As missões requerem uma formulação política integrada,** em que as prioridades sejam traduzidas em instrumentos e ações políticas concretas a serem executadas por todos os níveis das instituições públicas envolvidas. Embora essas missões devam envolver uma série de instituições públicas, é fundamental que exista uma divisão estratégica de trabalho entre elas, com responsabilidades bem definidas de coordenação e monitoramento.

Essas considerações, afirma Mazzucato (2018a), indicam a necessidade de se adotar uma abordagem pragmática para a definição de missões. Segundo a autora, as missões escolhidas devem ser viáveis, basear-se em recursos públicos e privados existentes, ser passíveis de instrumentos de políticas existentes e comandar amplo e contínuo apoio político. Além disso, as missões devem criar uma agenda pública de longo prazo para as políticas de inovação, abordar uma demanda ou necessidade da sociedade e aproveitar o alto potencial do sistema de ciência e tecnologia do país para desenvolver inovações (Mazzucato, 2018a, 2018b).

Algumas condições devem ser observadas para que os resultados sejam bem sucedidos. Políticas orientadas por missões podem ser realmente transformadoras, de acordo com Schot & Steinmueller (2018), se as missões forem formuladas de uma maneira bem aberta que encoraje a experimentação e a diversidade. Isso significa, de acordo com os autores, que são necessárias novas formas de engajamento e de composição de redes entre os atores públicos, privados e da sociedade organizada:

A necessidade de antecipação, experimentação, aprendizagem e formação de redes e alianças sugere novos arranjos institucionais e estruturas de governança que vão além de governos, mercados e sociedade civil. Também sugere envolver finanças públicas e privadas e novas maneiras de compartilhar e se apropriar dos ganhos de conhecimento dessas atividades. Além desses novos arranjos institucionais, são necessárias maneiras de conectar melhor as instituições existentes para alcançar a coordenação e registrar e aprender com processos de antecipação e aprendizado. Isso exigirá novos conjuntos de habilidades para unir as ciências sociais e os

campos da ciência, engenharia de tecnologia e matemática, que têm sido recentemente uma prioridade em muitos países que buscam responder aos imperativos da competição internacional e do crescimento econômico através do aumento da produtividade. (...) Quando as metas estabelecidas para os sistemas sociotécnicos refletem uma gama de necessidades sociais e ambientais e ideias mais inclusivas sobre bem-estar social, fazer a ponte entre o que é possível e o que é desejável também exigirá indivíduos com capacidade de unir domínios sociais, científicos e tecnológicos. (SCHOT & STEINMUELLER, 2018, p. 1564),

Essas recomendações corroboram a ênfase dos especialistas de que os diversos atores (públicos, privados e a sociedade organizada) devem trabalhar juntos, mas de forma diferente, de cocriação, onde haja a possibilidade inclusive dos atores públicos de experimentar, explorar e construir capacidades de aprendizado (MAZZUCATO, 2018b, p. 813).

A despeito de modelos e modelagens que a literatura acadêmica tenda a apresentar, não há uma fórmula de sucesso único a ser adotado. Veja-se por exemplo as experiências recentes exploradas por Anadón (2012), em um estudo comparativo de políticas orientadas por missões no setor energético. A autora, ao analisar as instituições que foram criadas para estimular a inovação tecnológica no sector de energia nos Estados Unidos, no Reino Unido e na China - três países com tamanhos, sistemas políticos e culturais, recursos naturais e histórias de envolvimento no setor de energia muito diferentes -, destaca como as variações nos objetivos nacionais e nos ambientes industrial e político são traduzidas em variações na política pública.

Os três estudos de caso de políticas de PD&I orientadas para missões revelam que as atividades dos países diferem em termos de três elementos gerais: se as várias atividades do Governo são coordenadas ou autônomas, se a comunidade empresarial está significativamente envolvida na concepção e execução das iniciativas, e se as instituições implementadoras se concentram em missões únicas ou múltiplas e os tipos de inovação. Anadón (2012) aponta outra diferença marcante, no caso dos Estados Unidos, no apoio em casos históricos para projetar e justificar a criação de algumas de suas novas instituições, como a ARPA-E, agência de inovação em energia que se baseou no sucesso da área de defesa e sua Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (DARPA).

Assim, ainda que toda a ênfase da abordagem orientada por missão recaia sobre a configuração das políticas nacionais, um destaque especial deve ser dado à atuação de órgãos orientados a missão, considerando a importância do setor público na abordagem.

Como será visto adiante no exemplo da ARPA-E, alguns países tem concebido e adotado agências públicas para perseguir essas novas políticas. Com isso, muito da literatura recente tem se debruçado no desenho institucional desses órgãos ou agências governamentais. Algumas preocupações específicas é se os órgãos públicos ou agências deveriam identificar elas próprias tecnologias específicas ou delegá-las ao setor privado, se deveriam estar situadas no centro ou na periferia do setor público, e se deveriam cooperar com indústrias estabelecidas ou operar autonomamente delas. (BRENITZ ET AL., 2018). Mas um elemento comum é que visam em geral inovações transformadoras e radicais.

Na avaliação de Brenitz et al. (2018), não existe um modelo que seja mais eficaz que outro. O que deve ser considerado, para os autores, é “Qual modelo funciona melhor para alcançar missões nacionais específicas de inovação” (p. 12). Além disso, já vale antecipar que, apesar do tratamento individual dado nesse trabalho, a literatura e a prática corroboram que sistemas eficazes de inovação tais como como China, Finlândia, Cingapura, Coréia do Sul, Taiwan e Estados Unidos, entre outros, confiaram em várias organizações, em vez de em uma única agência (Ver, por exemplo, BREZNITZ, 2007; BREZNITZ & MURPHREE, 2011; KOSKI et al., 2006; WEISS, 2014; WONG, 2011; apud BREZNITZ et al, 2018).

3.2.3 Políticas de inovação pelo lado da Demanda

As políticas de inovação do lado da demanda apoiam e aumentam a adoção de inovações na sociedade. A lógica é impulsionar a inovação do lado da oferta, proporcionando melhores condições de demanda (BOOM & EDLER, 2018).

As políticas do lado da demanda podem envolver instrumentos que induzam o aumento dos dispêndios de P&D, compras públicas orientadas para a inovação, regulamentações voltadas para a inovação e padrões, entre outros instrumentos.

Essas ferramentas, em geral, complementam as ferramentas de políticas do lado da oferta, como linhas de financiamento em condições favoráveis, subvenção econômica, incentivos para infraestrutura de instituições científicas e tecnológicas, bem como a incubadoras e parque tecnológicos, dentre outros (MACEDO, 2017; COMISSÃO EUROPEIA, s/d (2)).

As políticas de inovação do lado da demanda são parte de uma evolução de um modelo linear de inovação, geralmente focado em P&D, para uma abordagem mais ampla que considera o escopo completo do ciclo de inovação.

Na verdade, o conceito de promover a inovação por meio de políticas do lado da demanda - particularmente as compras públicas - não é novo. Alguns países buscaram políticas ativas de aquisição de tecnologia por décadas, principalmente em defesa, energia e transporte. Por várias razões, no entanto, o interesse de políticas em iniciativas do lado da demanda cresceu nos últimos anos (OECD, 2014).

O foco mais recente nos últimos anos no lado da demanda reflete em parte uma percepção geral de que as políticas tradicionais do lado da oferta - apesar dos refinamentos em seu desenho ao longo do tempo, não conseguiram trazer o desempenho esperado da inovação e da produtividade dos países para níveis desejados (OECD, 2011).

Também em parte reflete uma expectativa de que essa política poderia ser particularmente eficaz para direcionar a inovação para atender às necessidades da sociedade – em conformidade à abordagem orientada a missão ou à “mudança transformativa”, mais recente, como aponta a literatura especializada. Além disso, devido à restrição das finanças públicas na maioria dos países, a possibilidade de que as políticas do lado da demanda possam ser menos dispendiosas do que as medidas de apoio direto é atraente, especialmente frente a algum grau de desapontamento com os resultados das medidas tradicionais do lado da oferta. (OECD, 2014).

Edler (2010) define políticas de inovação baseadas na demanda como um “conjunto de medidas públicas para aumentar a demanda por inovação, melhorar as condições para a adoção de inovações ou melhorar a articulação da demanda para estimular inovações e a difusão de inovações” (p.276). A política pode atuar onde a demanda por inovações seja insuficiente, ou inexistente, mas onde uma tecnologia

ou produto tem um alto potencial de benefício; ou ainda onde a articulação da demanda possa ser insuficiente, pois as necessidades humanas ou sociais não são automaticamente traduzidas em demandas claras de mercado. (OECD, 2014, p. 12).

Em termos mais gerais, a política do lado da demanda pode ser útil quando os governos precisam criar um mercado para certos tipos de inovações, a fim de atender a um desafio de política que seja limitada no tempo. Um exemplo típico é a busca por tecnologias de baixa emissão de carbono em escala comercial, mas também uma série de áreas onde as necessidades da sociedade estão pressionando, como o envelhecimento, a saúde e o meio ambiente. Por outro lado, com a escala da demanda induzida, pode haver economias de escala no desenvolvimento e na produção. Isso, por sua vez, estimula a inovação, a demonstração, a experiência e o aprendizado, o que reduz os custos, tornando as tecnologias mais atraentes para a adoção pelos usuários (ROMANI et al., 2011 apud OECD, 2014, p. 12).

Com exceção de alguns estudos de caso e uma maior difusão especialmente na área de política energética, a literatura especializada não aponta uma grande diversidade de registros de avaliação de políticas do lado da demanda. Isso reflete os desafios técnicos de tal avaliação e a relativa novidade e subdesenvolvimento da política do lado da demanda (OECD, 2014).

A avaliação é ainda mais complicada pelo fato de que algumas políticas do lado da demanda têm a inovação como uma meta - às vezes secundária - entre vários objetivos. Por exemplo, a maioria dos estudos de regulamentação sobre padrões mínimos de economia de combustível para veículos não se concentra na inovação, mas (compreensivelmente) procura avaliar os custos e benefícios gerais das regulamentações. Isso reflete o fato de que o objetivo principal da regulamentação é atender às metas ambientais e de custo, em vez de estimular soluções inovadoras para atingir essa meta. De fato, o desafio da avaliação é exacerbado pelo fato de que os dados geralmente são inadequados (OECD, 2014).

Van Lente & van Til (2008) apud Boon & Edler (2018) observam também que há pouco conhecimento em como a demanda pode ser articulada nos desafios e nas atividades das políticas orientadas por missão. Com isso, argumentam Boon & Edler (2018), para que as inovações façam uma diferença na sociedade, de enfrentar um desafio, deve haver uma demanda para elas, e as políticas que são desenhadas

para suportar aquelas missões e desafios deveriam considerar as condições e atividades relacionadas à demanda, mas ainda não o fazem de forma direcionada.

Existe portanto um campo bastante promissor para a aplicação e análise das políticas orientadas para a demanda, que podem ser amplamente exploradas. Afinal, como lembram Boon & Edler (2018), a inovação não é uma meta em si mesmo, mas um meio para um fim societal. E para as inovações fazerem diferença na sociedade, lidarem com um desafio, deve haver uma demanda para elas – justificando a maior importância que deveria ser dada a essa ferramenta, especialmente no âmbito da abordagem orientada por missão.

3.3 ESTUDOS DE CASO COMO BENCHMARKING PARA O PROGRAMA DE P&D ANEEL

A literatura especializada tem apresentado amplas diretrizes sobre *design* das missões voltadas para a inovação (MAZZUCATO, 2017, 2018a), mas essa mesma literatura indica que as missões podem variar bastante em âmbito e estrutura, entre países e entre instituições (BREZNITZ et al., 2018; COMISSÃO EUROPÉIA, 2018a).

Têm-se a direcionalidade e a intencionalidade como características principais de diferenciação das políticas de pesquisa e inovação orientadas para a missão de outros tipos de políticas (COMISSÃO EUROPÉIA, 2018a). No entanto, a pluralidade de iniciativas evidenciam que não há uma solução universal na abordagem orientada para a missão, mas que as iniciativas bem sucedidas foram concebidas e/ou implementadas para se adequarem ao seu propósito e contexto específicos (BREZNITZ ET AL, 2018).

Como visto anteriormente, na abordagem sistêmica da inovação evidencia-se a importância de desenvolver um sistema de inovação em que uma grande variedade de instituições avancem em diferentes missões ou propósitos, no sentido de direcionar suas ações com base na necessidade de resolver grandes problemas, em vez de apoiar os esforços em uma única organização. Também se evidenciou o papel da demanda para o avanço dessas políticas.

Uma análise das experiências, a partir dos exemplos de políticas, planos e organizações bem sucedidos na implementação de políticas de inovação e como lidam com suas missões, estratégias, e capacidades podem oferecer subsídios para foco e aperfeiçoamento de políticas e planos de inovação adotados no Brasil, com foco em particular nas condições atualmente existentes no Programa de P&D regulado pela ANEEL.

3.3.1 Alemanha: *Energiewende*

A Alemanha tem sido uma referência no desenvolvimento e na difusão de tecnologias para a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, especialmente eólica e solar. Também é um case de destaque na literatura de políticas orientadas por missões no sector energético, a partir da *Energiewende* – ou transição energética.

Para Mazzucato (2018), a *Energiewende* alemã é uma missão concreta com meta específica para reduzir as emissões de carbono durante um período específico de tempo, visando enfrentar um desafio amplamente definido (combater as mudanças climáticas). Mas a *Energiewende* é também um modelo de como implementar uma estratégia integrada que aborde vários setores e tecnologias na economia e permita processos de aprendizagem de baixo para cima (MAZZUCATO, 2017).

3.3.1.1 História da *Energiewende*

As políticas de inovação para energias renováveis na Alemanha podem ser identificadas na estratégia do governo alemão para a transição energética (*Energiewende*), que é o plano governamental para mudar a base energética do país para fontes renováveis.

Não há data oficial de início para a *Energiewende*, mas sim um processo contínuo e gradual de transição do sistema energético. A *Energiewende* pode ser vista como uma série de leis federais que se apoiam mutuamente, cada uma se adaptando às realidades atuais, mantendo o foco na visão de longo prazo de transformar o sistema energético alemão em uma das economias mais eficientes em termos energéticos e sustentáveis. do mundo. Mas a noção de transição energética e do termo “*Energiewende*” remontam ao opositores da política nuclear (“os verdes”) nos anos 1970, que se mobilizaram com o objetivo de demonstrar a viabilidade das energias alternativas. (KUITTINEN & VELTE, 2018).

Como menciona Fagerberg (2018), a *Energiewende* nunca teria acontecido sem o movimento verde. Foi em grande medida graças ao movimento verde na Alemanha (incluindo, mas não restrito ao Partido Verde) que levou a um lento mas crescente interesse da sociedade sobre as missões ambientais, e como abordá-las, e que foi posteriormente representado na agenda da *Energiewende* (Mazzucato, 2017). Esse movimento também permite compreender como a definição de missões pode ser aberta à participação de um grupos mais amplos de *stakeholders*, incluindo movimentos da sociedade civil (KATTEL & MAZZUCATO, 2018).

A *Energiewende* agrupa uma mistura complexa de política, investimento e legislação em uma idéia simples que deixa claro aos cidadãos alemães que seu governo, cientistas e empresas estão trabalhando para tornar sua sociedade livre da dependência da energia nuclear (MAZZUCATO, 2018a). Também se destaca na maneira em que abordou uma preocupação que surgiu de décadas de ativismo do movimento verde impulsionado pelos cidadãos: esse movimento resultou na legitimidade da sociedade para estabelecer um objetivo tão claro (as ambições da *Energiewende* são apoiadas por 90% da população alemã). Em última análise, comenta MAZZUCATO (2018a), a *Energiewende* se baseia em um sentimento antigo e crescente de sair da produção de energia nuclear, mas só se tornou uma missão depois de uma decisão política – bastante influenciada também pelo desastre nuclear de Fukushima no Japão em 2011.

3.3.1.2 Características e elementos de destaque

A *Energiewende* é uma iniciativa ampla que compreende a coordenação entre a política energética e a de inovação, com o estabelecimento de metas agressivas para a inserção de novas fontes renováveis, oriundas do processo de planejamento energético participativo, atrelada a uma política de subsídios para novas fontes e a políticas de inovação (ABDI, 2017).

A iniciativa nacional é uma política integrada que aborda todos os setores da economia e hoje é enquadrada por dois documentos-chave, a Lei de Energias Renováveis (EEA) de 2000 e a estratégia *Energiekonzept* (Conceito de Energia) de 2010.

A *Energiewende* é impulsionada por quatro objetivos: (i) Combater as alterações climáticas (através da redução das emissões de CO₂); (ii) suprimir gradualmente a energia nuclear; (iii) melhorar a segurança energética (através da redução das importações de combustíveis fósseis); e (iv) garantir a competitividade e o crescimento industrial (através de políticas industriais orientadas para o desenvolvimento tecnológico, industrial e do emprego. O objetivo específico da iniciativa é eliminar progressivamente as usinas nucleares da Alemanha até o final de 2022 e fazer a transição do sistema de energia para se tornar fortemente dependente de recursos de energias renováveis até 2050.

Embora a *Energiewende* contenha uma forte orientação política, ela é estruturada de forma a estimular processos de pesquisa e inovação de baixo para cima em vários setores. Foi a iniciativa que permitiu que até mesmo um setor tradicional como o aço usasse a direção “verde” para se renovar mediante o uso de uma estratégia de “reutilização, reciclagem e reaproveitamento” (MAZZUCATO, 2018). Enquanto a indústria siderúrgica em muitos países continuava relativamente baixa e subsidiada, foi a política da *Energiewende* que pressionou o aço a reduzir seu conteúdo material, bem como testar a conversão do gás fundido da produção de aço em produtos químicos básicos usando energia renovável, introduzindo um componente inovador em seu ambiente produtivo (MAZZUCATO, 2018a).

De uma forma geral, a *Energiewende* é uma iniciativa original, e que tem forças e fraquezas, como indicadas no Quadro 7, a seguir:

Quadro 7 – Identificação e análise das principais forças e fraquezas da *Energiewende*

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • A <i>Energiewende</i> demonstrou um progresso significativo em direção às metas estabelecidas. Quase 1/3 da eletricidade alemã é gerada a partir de energia eólica, solar e biomassa, tornando a energia renovável a fonte número 1 de eletricidade. O plano de eliminação nuclear também está progredindo como planejado. • <i>Energiewende</i> goza de um forte apoio na sociedade alemã e existe um consenso generalizado a favor da energia renovável e de uma produção mais descentralizada. • A continuidade, estabilidade e direcionalidade clara da política e regulamentação sobre energia e clima nas últimas duas décadas resultaram em condições favoráveis e confiança para os investidores do setor privado. • Uma grande parte dos sistemas de energias renováveis é financiada e detida por intervenientes não-utilitários, incluindo agregados familiares e cooperativas de energia, conduzindo a um sistema energético altamente descentralizado e à “propriedade” de transição alargada. • A comunidade empresarial alemã é amplamente favorável à <i>Energiewende</i>, pois oferece novas oportunidades de negócios nacionais e internacionais. • O banco alemão de desenvolvimento estatal KfW desempenhou um papel importante no fornecimento de acesso a financiamento de baixo custo a cidadãos e empresários. • A <i>Ernergiewende</i> colocou a Alemanha em uma posição pioneira para muitas tecnologias de energia renovável, o que oferece grandes oportunidades para pesquisa e indústria alemãs nos mercados internacionais. • A <i>Energiewende</i> está sendo monitorada 	<ul style="list-style-type: none"> • Declínio do novo investimento em energia renovável no período pós-alimentação tarifária. • A descontinuação simultânea da energia nuclear e a crescente demanda de energia levaram a níveis inalterados (mesmo nível de 1990) de geração de energia a partir de gás, carvão e linhite, levando a uma redução mais lenta nos níveis de emissão de gases de efeito estufa. • Altos preços da eletricidade que podem, eventualmente, corroer o apoio e reclamações de cidadãos e indústrias alemãs. • Até agora, uma integração bastante fraca do setor de transportes e da administração alemã em nível de cidade (agilizando com, por exemplo, iniciativas de cidades inteligentes) para a transição energética. • A escala da iniciativa e os altos níveis de ambição resultam em estruturas complexas de governança e dificuldades para monitorar os custos reais da iniciativa. • Perder credibilidade no contexto internacional se não atingir as metas de emissão de gases de efeito estufa até 2020. • Os desafios tecnológicos, como capacidade de rede, estabilidade e flexibilidade, podem se tornar obstáculos para o desenvolvimento futuro da <i>Energiewende</i>. • O novo governo após as eleições de outono de 2017, combinado com os desafios que a <i>Energiewende</i> enfrenta, pode se tornar uma ameaça para a tomada de decisão política eficiente e eficaz. • As futuras políticas da União Europeia em matéria de alterações climáticas e energia no mundo, por exemplo o

<p>cuidadosamente em escala internacional e pode ser traduzida para a escala europeia ou global, embora isso exija informações mais transparentes sobre os custos e benefícios reais da iniciativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • As futuras políticas da União Europeia em matéria de alterações climáticas e energia no mundo, por exemplo o progresso da União da Energia, o esquema de comércio ETS, as possíveis políticas globais “Supergrid”, para lidar com as mudanças climáticas podem se tornar tanto oportunidades quanto ameaças para o futuro da <i>Energiewende</i>. 	<p>progresso da União da Energia, o esquema de comércio ETS, as possíveis políticas globais “Supergrid”, para combater a mudança climática, podem se tornar tanto oportunidades quanto ameaças para o futuro da <i>Energiewende</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os países vizinhos da Alemanha têm políticas de suprimento de energia muito diferentes que, no passado, resultaram em denúncias sobre a concorrência desleal pelos preços da eletricidade e também poderiam levar a críticas no futuro.
---	--

Fonte: KUITTINEN & VELTE , 2018 (p. 46-47).

O sucesso final da *Energiewende* depende das inovações tecnológicas realizadas por meio de pesquisa e atividades de desenvolvimento. Em seu 6º Programa de Pesquisa em Energia, o governo federal alemão delineou os princípios e o foco de sua política de financiamento, prevendo concentrar o financiamento ainda mais nas tecnologias que poderiam contribuir para os objetivos da *Energiewende* (COMISSÃO EUROPÉIA, 2018b, p. 35).

Vale mencionar que a questão do financiamento da iniciativa é um outro elemento de destaque. Tal como outras iniciativas mais recentes em políticas de inovação, possui uma forma própria de financiar as ações que envolvem parcerias público-privadas em diferentes formas. Na *Energiewende*, as iniciativas são apoiadas pelo KfW, o banco de desenvolvimento estatal alemão, que oferece não somente os produtos típicos de bancos de desenvolvimento (papel contracíclico), mas também fundos públicos separados e outras opções de financiamento, dentre eles *venture capital* e investimentos “verdes”, apoiando a administração local, a indústria e os investimentos privados das famílias (MAZZUCATO & PENNA, 2015, p. 16).

Também são utilizados importantes subsídios de investimento e incentivos fiscais, para catalisar os investimentos do setor privado uma vez que os investimentos do setor privado são crucialmente importantes para assegurar a continuidade das iniciativas, e para mitigar a dependência das iniciativas que dependem muito do apoio governamental, por exemplo, mudanças no poder político resultantes de mudanças políticas drásticas ou eliminação gradual dos subsídios

públicos são exemplos de situações em que o envolvimento do setor privado é decisivo. A participação entre os atores públicos e privados é de grande importância em tais missões (COMISSÃO EUROPEIA, 2018b, p.35).

3.3.2 Estados Unidos: ARPA-E

Quando o Governo dos Estados Unidos renovou a dotação de recursos à *Advanced Research Projects Agency-Energy* (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada-Energia), ARPA-E, em março de 2018, fez-se a pergunta sobre o que estimulou tal decisão, tendo em vista que havia uma proposta da Administração Trump de retirar o financiamento dessa agência de inovação em energia.

Em favor da ARPA-E, destaca-se o relatório de 2017 elaborado pelas Academias Nacionais de Ciências dos Estados Unidos, por solicitação do Congresso norte-americano, mostrando que a agência desempenha “um papel silencioso, mas dinâmico, e que faz as indústrias relacionadas se desenvolverem. (FRIEDRICH, 2018; NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2017).

Em alinhamento ao relatório das Academias Nacionais, especialistas e *think tankers* também demonstraram apoio às ações da ARPA-E, a qual tem uma abordagem alternativa à inovação em energia, em contraste com a política adotada pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE), que tende a ser mais focada em pesquisa básica ou no final do espectro tecnológico mais maduro (FRIEDRICH, 2018; HART & KEARNEY, 2017:1-2).

De uma forma mais assertiva, os resultados da ARPA-E podem ser destacados da seguinte forma:

O ARPA-E gera efetivamente mais novas ideias que são úteis para inovadores em energia do que seus irmãos mais velhos no establishment federal de P&D, e preenche a lacuna entre pesquisa e uso, de forma que essas outras agências simplesmente não o fazem. Em fevereiro de 2017, por exemplo, 580 equipes de projeto da ARPA-E, que receberam um total de aproximadamente US\$ 1,5 bilhão da agência, formaram 56 novas empresas e levantaram mais de US\$ 1,8 bilhão em financiamento para continuar avançando em novas tecnologias em direção à inserção no mercado (HART & KEARNEY, 2017: 1).

3.3.2.1 História do ARPA-E

A ARPA-E é uma agência civil do governo dos Estados Unidos encarregada de promover e financiar pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias avançadas de energia. Formada no âmbito do Departamento de Energia (DOE), em 2009, tem como missão superar as barreiras tecnológicas de longo prazo e alto risco no desenvolvimento de tecnologias de energia. Isso inclui apoiar a segurança econômica e energética nacional, melhorar a eficiência energética, reduzir os gases de efeito estufa e aumentar a competitividade nacional (ARPA-E, s/d).

Em síntese, o papel do ARPA-E é “catalisar tecnologias de energia de alto potencial, alto impacto que são também muito novas para o investimento do setor privado ou financiamento tradicional governamental em P&D” (MARTIN, 2015).

A história da ARPA-E remonta a 2005, quando ambos os partidos políticos do Congresso dos Estados Unidos perguntaram às Academias Nacionais de Ciências que identificassem os desafios mais urgentes que o país enfrentava para manter a liderança em áreas-chave da ciência e tecnologia (C&T), incluindo energia, a fim de ajudar a nação a competir, prosperar e permanecer segura no século XXI. Em resposta, em 2007, as Academias Nacionais¹³ alertaram os políticos que as vantagens dos Estados Unidos que fizeram o país um líder mundial em C&T por décadas já haviam começado a erodir e era necessária uma ação decisiva; recomendaram trazer o bem sucedido mecanismo do DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) - a agência do Departamento de Defesa criada em 1958 e creditada com inovações como GPS, caça invisível e redes de computadores -, para lidar com os desafios das tecnologias da área de energia (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES. 2007).

Assim foi criada a ARPA-E - the *Advanced Research Projects Agency – Energy*-, com dotação inicial de US\$ 400 milhões, que apoiaram os primeiros projetos da Agência (ARPA-E, s/d).

¹³ Na forma de um relatório intitulado *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. Para maiores detalhes, ver National Academies of Sciences (2007).

Mencione-se que, quando o Congresso autorizou a criação do ARPA-E em 2007, estabeleceu que fosse feita, após 6 anos de operação da agência, uma avaliação preliminar para examinar o seu progresso no sentido de alcançar sua missão e objetivos estatutários. Diante disso, em 2017, as Academias Nacionais apresentaram uma análise¹⁶ declarando que a “ARPA-E está avançando no sentido de alcançar sua missão estatutária e seus objetivos”. Afirmaram, adicionalmente, que:

Não se pode razoavelmente esperar que a agência tenha cumprido completamente suas metas, dados os poucos anos de operação e o tamanho de seu orçamento. (...) O desenvolvimento de novas tecnologias energéticas geralmente requer décadas de esforço, e décadas também devem normalmente transcorrer antes que haja evidências de que as inovações são realmente transformadoras. (...) A ARPA-E fez contribuições significativas para o P&D em energia que provavelmente não aconteceria sem as atividades da agência (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2017).

Note-se que a agência está em operação há cerca de 10 anos, e seu orçamento médio na atualidade (ano fiscal de 2018) está em US\$ 315 milhões – bastante modesto quando comparado com o do Departamento de Ciência do Departamento de Energia (DOE), o qual é responsável pelo apoio às ciências básicas em energia e teve no mesmo período uma dotação de US\$ 5,7 bilhões (DOE, s/d).

3.3.2.2 Características e elementos de destaque

A ARPA-E tem tido uma trajetória de sucesso, que inclui desde seu formato enxuto e sua política orientada por missão, passando pelas avaliações periódicas que lhe dão uma atualização dos resultados.

A lei de criação da ARPA-E previa que se parecesse muito com o DARPA, e encarregava a ARPA-E de financiar pesquisas de alto risco e potencialmente de alto

¹⁶ Para maiores detalhes do relatório intitulada “*An Assessment of ARPA-E*”, ver National Academies of Sciences (2017).

retorno, para traduzir “descobertas científicas e invenções de ponta em inovações tecnológicas”, deixando a agência livre para apoiar pesquisas em qualquer tipo de tecnologia ou combustível que suportasse sua missão (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCE, 2017).

Assim, ARPA-E foi criada nos moldes do DARPA – modelo que também foi replicado no segmento de inteligência em 2007 (a IARPA – *Intelligence Research Projects Agency*), e tal como as demais, possui um modelo organizacional diferenciado das demais instituições públicas norte-americana, operando como intermediário do setor público entre ciência e indústria, para buscar pesquisas inovadoras, orientadas por missão, de alto risco e/ou alta recompensa. As três agências também apoiam ativamente o desenvolvimento e implementação subsequentes das tecnologias que financiam, adotando estratégias tecnológicas orientadas para desafios tecnológicos específicos, alcançando o que é denominado “*mission innovation*” (BONVILLIAN, 2018).

De forma resumida, as três agências:

(...) são, portanto, muito mais ativistas do que as agências padrão de P&D americanas, que não buscam estratégias tecnológicas conscientes orientadas para desafios tecnológicos específicos. As três agências “ARPA” tendem a operar como agentes de mudança dentro dos setores “antigos” muitas vezes conservadores em que operam - defesa, energia e inteligência (...) Todas enfrentam os tipos de barreiras à inovação comuns aos setores mais conservadores (BONVILLIAN, 2018)

A ARPA-E incorporou características bem conhecidas do modelo do DARPA, tais como:

- uma estrutura organizacional plana e não hierárquica;
- gerentes de programas altamente capacitados, talentosos e empreendedores, com experiência tanto em pesquisa acadêmica quanto na indústria, que servem à agência por um período limitado (3 a 5 anos);

- um modelo de pesquisa *right-left*¹⁷ baseado em desafios, buscando obter avanços na pesquisa que atenda a desafios tecnológicos significativos;
- a pesquisa realizada inteiramente por pesquisadores externos, sem laboratório interno de pesquisa;
- processo simplificado de aprovação de projetos;
- projetos focados em motivos ou temas de "alto risco / alto retorno", selecionados e avaliados com base no impacto que poderiam ter na realização de uma função ou desafio complexo, tendendo a atingir avanços revolucionários;
- financiamento inicial de curto prazo para esforços iniciais, e que escalam para financiamentos maiores para conceitos promissores, mas com disposição clara para encerrar projetos que não tenham desempenho satisfatório;
- modelo "híbrido", fornecendo apoio de financiamento tanto para pesquisadores acadêmicos, quanto para pequenas empresas e grandes corporações de P&D (BONVILLIAN & VAN ATTA, 2011).

A ARPA-E também replicou os papéis de intermediário de inovação e agente de mudança do DARPA, que são apontados por Bonvillian & Van Atta (2011), quais sejam:

- (i) tem papel crítico nos estágios iniciais de inovação;
- (ii) em uma ligação com os tomadores de decisão através de um modelo "*island-bridge*", que combina um certo distanciamento dos controles e influências burocráticos, mas com vínculos diretos com os tomadores de decisão¹⁸;

¹⁷ No modelo *right-left*, considera-se os avanços tecnológicos que querem que surja (da "extremidade direita") do portfolio de projetos e depois se voltam para o início do processo (o "lado esquerdo") para procurar propostas para a pesquisa inovadora que os levará até lá. Em outras palavras, como a DARPA, a ARPA-E usa um modelo de pesquisa baseado em desafios - ela busca avanços em pesquisa que atendam a desafios tecnológicos significativos.

¹⁸ O modelo "*island-bridge*" de inovação (um termo usado pela primeira vez por Bennis & Biederman, 1997) exemplifica uma organização ou equipe relativamente pequena, flexível e inovadora, isolada e protegida de influências e controles burocráticos (colocada em um "lha"), mas mantendo vínculos diretos (uma "ponte") com os principais tomadores de decisão com autoridade para implementar suas inovações. Maiores detalhes, ver BENNIS, W.; WARD, P.W. **Organizing Genius**. Basic Books, 1997, citado por Bonvillian (2018).

- (iii) tem um papel ativo no incentivo e promoção de um pensamento crítico para capacitar e desenvolver suas inovações; e
- (iv) tem capacidade de conectar inovadores com operadores e permitir a implementação dos projetos .

Porém, como o setor de energia é diferente do setor de defesa, o ARPA-E teve que fazer adaptações. Por exemplo, o DOE não desempenha um papel ativo no processo de encomendas tecnológicas, então as tecnologias da ARPA-E tiveram que ser implementadas inicialmente no setor privado, um setor dominado predominante por empresas de combustíveis fósseis. Esta tarefa distinta de implementação exigiu que o ARPA-E adotasse uma abordagem diferenciada, mais “ao nível de rua”, ao invés de uma visão do nível do “alto escalão” de inovação (BONVILLIAN, 2018).

A abordagem específica da ARPA-E incluiu:

- (i) Aperfeiçoamento do processo de visão, seleção e apoio à pesquisa, como parte da implementação de uma cultura própria de inovação, mediante adoção de uma cultura de gestores de programa capacitados e com poder de tomada de decisão, oferta de incentivos adicionais para retenção de talentos e adoção de uma abordagem de portfolio – concedendo aos gerentes de programa a responsabilidade não somente pela seleção dos projetos, mas pelo acompanhamento e até mesmo para busca de parceiros comerciais que viabilizem a implementação dos projetos e comercialização dos resultados;
- (ii) Construção de uma comunidade de apoio, seja com conexões internas com o DOE, adotando um papel de “instigador da transformação” (ou seja, identificando, dos contatos, pesquisas e temas que podem/devem ser aceleradas, apoiando-as na prototipagem e construindo laços com as instituições públicas que poderão demanda-las, mediante encomendas ou compras públicas, por exemplo), seja com firmas de venture capital, com pequenas e grandes empresas em geral ou universidades, que poderão receber financiamentos e/ou aprimorar implementar os produtos desenvolvidos com apoio do ARPA-E; e
- (iii) Adoção de uma série de medidas para ajudar a levar suas tecnologias à implementação e comercialização e implantação, desde a seleção de

projetos que mostrem um caminho viável de implementação até a identificação de consumidores “internos” (ao setor público), especialmente no DOE, e estreitamento das relações, para colocação e adoção dos resultados, passando pela existência de um pessoal próprio para promover a implementação e os avanços comerciais das tecnologias do ARPA-E e concessão de premiações em dinheiro às melhores tecnologias, dentre outras (BONVILLIAN & VAN ATTA, 2011).

No aspecto particular, de transformar uma ideia original em um produto com impacto no mercado, a abordagem da ARPA-E tem sido fundamental para atender sua missão. Nas palavras de um diretor da agência:

Sabemos que o caminho da inovação é descontínuo e imprevisível e, para ser eficaz, você precisa fazer mais do que apenas definir objetivos e selecionar projetos. Você tem que ajudar a fornecer conhecimento e redes para mover projetos para o mercado, porque o processo de levar as ideias ao mercado é tradicionalmente de baixo rendimento (MARTIN, 2015).

Para resumir, o ARPA-E não apenas replicou elementos no DARPA, mas também buscou construir novos elementos em seu conjunto de regras de inovação, uma vez que confronta com características únicas do setor de energia onde suas tecnologias devem ser adotadas e com a burocracia do DOE, com quem também deve compartilhar, desenvolvendo ferramentas organizacionais que demonstram lições relevantes de aprendizado para outros agentes da inovação (BONVILLIAN, 2018).

Finalmente cabe a questão: a ARPA-E é mesmo um caso de sucesso.? A agência responde da seguinte forma:

O sucesso do ARPA-E será, em última instância, medido pelo impacto de seus projetos no mercado conforme sua adoção comercial. Como os projetos que financiamos buscam gerar tecnologias de energia transformacional que não existem hoje, analisamos várias métricas para medir o progresso. Essas métricas incluem o cumprimento de marcos técnicos, patentes e publicações e, mais importante, "transferências" para a próxima etapa de desenvolvimento. Isso inclui a formação de novas empresas e o fomento de parcerias públicas e privadas para garantir que os

projetos continuem avançando em direção ao mercado. (MARTIN, 2015).

Assim, para concluir, de fato a ARPA-E estabeleceu um novo modelo para pesquisa setorial financiada pelo governo, que combina os desafios de promover o desenvolvimento tecnológico com o de envolver diversas entidades e comunidades a fim de tornar plausível a aceleração do ritmo da inovação no setor de energia.

3.3.3 Reino Unido: a inovação na regulação da agência Ofgem

3.3.3.1 Histórico das ações de promoção da inovação na regulação da concessão de energia no Reino Unido

A Ofgem - *Office of Gas and Electricity Markets* é a agência que regula os mercados de eletricidade e gás na Grã-Bretanha. Sua principal função é proteger os interesses dos clientes de gás e eletricidade, atuais e futuros¹⁹

O foco na inovação na Ofgem é uma preocupação relativamente nova. Historicamente, na era desde a privatização, as redes de distribuição de eletricidade do Reino Unido não foram concebidas como esse foco. No entanto, a ausência inicial de políticas de apoio e o subsequente declínio dos esforços de inovação no período pós-reforma resultaram em esforços para a formação de uma política de tecnologia e inovação energética no país (JAMASB & POLLITT, 2015). Assim, seguindo uma combinação de legislação de mudanças climáticas e políticas energéticas de baixo carbono, o regulador inglês mais recentemente buscou estimular a inovação através de um fundo de 500 milhões de libras²⁰ chamado *Low Carbon Networks Fund* (LCNF), com teve vigência por 6 anos (OFGEM, 2010a).

¹⁹ Diferentemente da ANEEL, que tem como missão “Proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade”.

²⁰ Cerca de R\$ 2,5 bilhões a valores de fevereiro de 2019.

O LCNF foi precedido, em menor escala, pelo *Innovation Funding Incentive* (IFI), de aproximadamente 12 milhões de libras²¹ in 2008, que representou um aumento significativo no nível de P&D em redes elétricas em relação aos anos anteriores, revertendo o forte declínio dos investimentos em P&D das concessionárias (JAMASB & POLLITT, 2015). Ainda assim, não atingia os limites estabelecidos para esses recursos, sugerindo que as regras relacionadas à inovação eram muito limitadas e restritivas (HoCECC, 2010 apud FRAME et al., 2018).

Assim sendo, em 2009, a Ofgem propôs o LCNF como um catalisador para a inovação dentro do período de controle de preços de 2010 a 2015 (OFGEM, 2010a). O objetivo declarado do LCNF era “ajudar as distribuidoras de energia a entender como elas oferecem segurança energética com uma boa relação custo-benefício e facilitam a transição para a economia de baixo carbono” (Ofgem, 2010a). Embora o IFI também tivesse sido mantido, esse novo mecanismo oferecia montantes muito maiores de financiamento e permitia projetos demonstrativos, além do P&D (FRAME et al., 2018).

Na sequência de uma revisão da regulação para as redes de distribuição de energia elétrica, uma nova estrutura de preços começou em 2015, assim como um novo modelo de incentivos para a (OFGEM, 2010b). O modelo RIIO (Revenue = Incentives + Innovation + Outputs) contou com um período de controle de preços de oito anos e incentivos básicos destinados a recompensar melhorias na prestação de serviços aos clientes e, por sua vez, fornecer um incentivo à inovação. Além disso, foi introduzido um sucessor do LCNF como estímulo à inovação por tempo limitado, constituído de três medidas: o *Network Innovation Allowance* (NIA); o *Network Innovation Competition* (NIC), em base anual; e o *Innovation Roll-Out Mechanism* (IRM) (OFGEM, 2013a). NIC e NIA podem ser vistos como análogos ao LCNF; no entanto, o escopo da NIC é maior pois inclui o desenvolvimento, bem como a demonstração, e permite um trabalho inter-setorial. A NIC e a NIA incluíram um foco maior no benefício do cliente; no entanto, apenas a NIC manteve um requisito específico para inovação com foco em carbono ou benefícios ambientais (OFGEM, 2013a).

²¹ Cerca de R\$ 60 milhões a valores de fevereiro de 2019

A Ofgem abriu em final de 2018 uma consulta pública para um novo período de preços com vigência a partir de 2020, numa iniciativa denominada RIIO-2. No documento de consulta, propõe uma série de reformas no estímulo à inovação, incluindo a introdução de um novo mecanismo de inovação destinado a desafios maiores, mais estratégicos, e a eliminação do IRM, dentre outras medidas (OFGEM, 2018a). Anunciou também que qualquer financiamento adicional no âmbito do RIIO-2 deverá ser por tempo limitado, com o pacote geral de estímulo projetado para resultar numa “mudança cultura” onde as distribuidoras transfiram mais inovações para as atividades habituais das empresas (OFGEM, 2018a).

3.3.3.2 Características e elementos de destaque

O LCNF foi projetado para atender aos seguintes objetivos:

- (i) incentivar as distribuidoras de gás e energia a incluir a inovação como parte do core business;
- (ii) ajudar as distribuidoras a avançar em direção a um negócio de baixo carbono, enquanto mantém a segurança do fornecimento e entrega valor ao dinheiro para os clientes;
- (iii) ajudar as distribuidoras a facilitar iniciativas de baixo carbono e economia de energia;
- (iv) disseminar a aprendizagem para facilitar a implantação de ensaios bem sucedidos e subseqüente economias de rede e/ou benefícios de carbono; e
- (v) incentivar a colaboração entre as distribuidoras e os executores ou parceiros de projetos (OFGEM, 2010^a).

Uma avaliação independente do LCNF, realizada em 2016 com o objetivo de “entender até que ponto os objetivos do LCNF foram cumpridos no apoio ao desenvolvimento futuro da inovação na indústria”, concluiu que os benefícios chegavam a aproximadamente um terço do custo dos projetos de inovação e estimando que o futuro benefício líquido seria de 4,5 a 6,5 vezes maior que o custo do financiamento do programa (POYRY, 2016).

Em termos de performance, o relatório considera que o LCNF conseguiu incentivar as distribuidoras a inovar e serviu para elevar o nível de inovação dentro das DNOs de uma base “baixa” para um nível “moderado”. (POYRY, 2016, p. 105). Além disso, o LCNF incentivou as concessionárias a incluir a inovação em seu “core business”, com sinais animadores de transferência para os negócios habituais, ainda que seja um processo ainda em andamento (POYRY, 2016, p. 106). O LCNF também conduziu, diretamente, a um nível de envolvimento, sem precedentes, das distribuidoras com os clientes (POYRY, 2016, p. 108).

De fato, a literatura demonstra que o LCNF foi uma mudança importante no financiamento do P&D e projetos demonstrativos (PD&D) na distribuição de energia da Grã-Bretanha (JASMAB & POLLITT, 2015).

A literatura demonstra também que e, embora o nível de PD& D tenha aumentado dramaticamente, a atividade poderia ter sido ainda maior, já que a alocação total de recursos não foi utilizada. No programa foi dada uma atenção especial aos TRLs - *technology readiness level* como um indicador da maturidade de uma inovação proposta ou do grau de incerteza associado, o que provavelmente levou a um foco dos projetos na tecnologia (FRAME et al, 2018, 131). Também se observou relativamente pouca atenção a novos métodos, práticas de trabalho ou arranjos comerciais, sendo que a maior parte da inovação entregue foi de natureza incremental, mais preocupada em adicionar ativos de rede, do que um controle mais abrangente para otimizar a utilização da rede (FRAME et al, 2018, 131).

Por outro lado, verificou-se que as distribuidoras de energia na Grã Bretanha passaram a ser consideravelmente mais ativas termos de PD&D desde a introdução do LCNF, colaborando extensivamente no setor, particularmente com parceiros acadêmicos. Isso sugere que, sem o “business as usual” do LCNF, teria permanecido incontestado e as distribuidoras não teriam procurado inovar seu core business em uma tentativa de acelerar uma transição de baixo carbono (JASMAB & POLLITT, 2015). Conseqüentemente, o LCNF representa um exemplo importante de uma política regulatória que estimulou uma mudança radical na atividade de inovação em todo o setor de redes de eletricidade, a despeito de outras ponderações.

Em 2015, como mencionado, a Ofgem substituiu o LCNF por vários outros mecanismos, como mencionado: o *Network Innovation Competition* (NIC), o *Network*

Innovation Allowance (NIA) e o *Innovation Rollout Mechanism* (IRM), descritos a seguir:

- (i) *Network Innovation Competition* (NIC): trata-se de uma competição anual na qual as distribuidoras podem fazer lances, juntamente com outros licenciados, por financiamento de projetos inovadores em larga escala. A Ofgem concede o financiamento ao projeto, que provem das taxas de do sistema do uso de transmissão (TUoS), se avaliar que há benefícios para o consumidor. O licenciado, ou seja, o agente / empresa que apresentar o projeto terá que fazer uma contribuição de 10% para os custos do projeto financiado.
- (ii) *Network Innovation Allowance* (NIA): é um fundo de “usar ou largar” baseado em uma porcentagem da receita base; a taxa percentual depende da qualidade da estratégia da inovação no plano de negócios da distribuidora. As empresas podem usar isso para financiar projetos menores de PD&D. Após a revisão anual, as distribuidoras terão que dar razões explícitas de porque seus projetos devem ser elegíveis para financiamento; inicialmente elas apenas têm que declarar.
- (iii) *Innovation Rollout Mechanism* (IRM): fornece às empresas uma maneira de reduzir o risco de implantação de uma inovação que poderia não trazer benefícios suficientes para a empresa, mas proporcionaria maiores benefícios ambientais. O financiamento estava disponível para aplicação entre 2017 e 2019, visando lançar inovações desenvolvidas nos mecanismo de inovação anteriores - o IFI e LCNF, bem de projetos NIC e NIA.

.A literatura pondera que RIIO é uma melhora grande em relação ao modelo anterior uma vez que implica que incentivos, inovações e objetivos estão todos relacionados a melhores receitas. Avalia-se que o modelo de incentivos de inovação do RIIO ficou mais focado em recursos para projetos pilotos, mas ainda limitado para “incentivar fazer as coisas de forma diferente” (POULTER, 2017).

Tal como em outros programas de inovação setoriais, mostram-se resultados positivos, mas não há não se evidencia se são resultados dos mecanismos de inovação. Poulter (2017) observa que as distribuidoras usaram financiamentos de

inovação para investir em projetos como micro-redes, cidades inteligentes, mercados locais de energia e gestão ativa da rede, havendo ainda poucos ou nenhum projetos em carteira, seja do RIIO ou LCNF , que usaram o mecanismo de rollout para inserir as inovações nos negócios usuais das empresas. Evidencia-se que, como mesmo atesta a Ofgem, que medidas ainda são necessárias para assegurar as que as empresas realizem mais inovação e incorporem em suas atividades de negócios (OFGEM, 2018a) . É também necessário um maior foco nos desafios estratégicos do setor de energia, para gerar benefícios para os consumidores (OFGEM, 2018b) .

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DAS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS SOB A ÓTICA DA APLICABILIDADE AO PROGRAMA DE P&D ANEEL

4.1.1 Alemanha: *Energiewende*

A *Energiewende* da Alemanha é um caso interessante do uso de uma estratégia integrada que aborda vários setores e tecnologias na economia e possibilita processos de aprendizagem de baixo para cima. Com suas missões para combater a mudança climática, retirar energia nuclear, melhorar a segurança energética substituindo fontes fósseis importadas por combustíveis renováveis e aumentar a eficiência energética, a *Energiewende* está dando um direcionamento para mudanças técnicas e crescimento em diferentes setores por meio de transformações na produção, distribuição e consumo.(MAZZUCATO, 2018).

De uma forma geral, a *Energiewende* é uma iniciativa extremamente ambiciosa, complexa e arriscada, mas que parece funcionar e conta principalmente com o apoio dos cidadãos alemães. Sua aplicação na integralidade no ambiente brasileiro parece remota e precária, dadas as diferentes dinâmicas da sociedade naquele país e no Brasil, bem como os interesses envolvidos.

Por outro lado, vale destacar particularmente a metodologia de construção e a gestão da política de inovação na *Energiewende*, sobretudo, a ênfase dada em instrumentos de política de inovação orientada a missão e demanda. O governo alemão estabeleceu um conjunto de metas a serem atingidas em seu processo de transição do sistema elétrico para patamares com maior inserção de fontes de energia renováveis. As metas se consolidaram em programas de inovação nos modelos de Plataformas, que são iniciativas que coordenam esforços de pesquisa entre diferentes atores relacionados aos sistemas elétricos, a indústria, institutos de pesquisa, universidades e governo, com o fim específico de prover soluções tecnológicas que contribuam para o atendimento das metas estabelecidas.

Com exemplo concreto dessas ações, pode-se apontar testemunhos de visitas técnicas ao país, verificando os projetos demonstrativos (*testbeds*), vinculados a programas desenvolvidos nas plataformas, e que são na verdade “uma ponte entre a pesquisa conceitual, a aplicada e o desenvolvimento pré-comercial das tecnologias relacionadas às demandas sociais, de forma a permitir a articulação entre esses atores e, sobretudo, incluir pequenas e médias empresas e startups nesse processo.” (ABDI, 2017, p.576).

Também vale mencionar a questão do financiamento do programa. Embora tenha uma forte componente de apoio governamental público, com uma participação relevante do banco estatal KfW, também prevê ações que envolvem parcerias público-privadas em diferentes formas, tais como fundos e *venture capital* e outras formas de envolvimento do setor privado, que é quem irá dar continuidade às iniciativas.

4.1.2 Estados Unidos: ARPA-E

O programa ARPA-E foi implementado com uma missão institucional, metas e meios bem definidos, na sua lei de criação, conforme indicado no Quadro 8 a seguir

Quadro 8 – ARPA-E: Missão, metas e meios

	ARPA-E
Missão	Superar barreiras tecnológicas de longo prazo e alto risco no desenvolvimento de tecnologias energéticas
Metas	Garantir aos Estados Unidos: <ul style="list-style-type: none"> • Segurança Econômica; • Segurança Energética; e • Liderança tecnológica em tecnologias avançadas de energia.
Meios	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e promover avanços revolucionários nas ciências básicas e aplicadas; • Traduzir descobertas científicas e invenções de ponta em inovações

	<p>tecnológicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerar os avanços tecnológicos transformadores em áreas que a indústria, por si só, provavelmente não assumirá por causa da incerteza técnica e financeira.
--	--

Fonte: Rohlfing (2017). Elaboração própria

Embora alguns elementos da estratégia da ARPA-E possam ser difíceis em termos de escalabilidade ou de aplicar para outros programas e agências, existe um grande benefício em explorar sua adaptabilidade e adequação a outras situações; de valor particularmente alto seria encontrar maneiras apropriadas de incorporar algumas das características-chaves do programa (NAP, 2017, p. 10).

A National Academies aponta algumas funcionalidades da ARPA-E como, por exemplo, a contratação dos gerentes de programa por tempo limitados, o desenvolvimento de relações construtivas entre os diretores para definir com mais precisão os programas, o grau de liberdade operacional concedido aos gerentes de programas, e os programas orientados à tomada de risco. (NAP, 2017, p.10).

No caso do programa de P&D ANEEL, dada a estrutura definida de uma autarquia federal, com carreira e funções genéricas da regulação determinada em lei, com baixo grau de discricção, certamente os aspectos das operações internas, que envolvem cultura, pessoas e processos são pouco plausíveis de aplicação. Por exemplo, o arbítrio da ARPA-E de selecionar projetos para financiamento por meio de um processo que depende do discernimento e da discricção do diretor do programa, em vez da adesão estrita a um processo burocrático específico (NAP, 2017, p. 49-50) dificilmente seria aplicável em uma autarquia federal como a agência reguladora. Por outro lado, a ANEEL poderia induzir que as empresas reguladas o fizessem, concedendo incentivos para a execução de projetos de maior risco e voltados ao mercado, de acordo com a missão do Programa. Para tal, é necessário deixar claro essa missão a todos os participantes.

Por outro lado, a National Academies faz uma recomendação que pode ser apropriada pelo Programa ANEEL. Ao sugerir que a ARPA-E mantenha seu foco no financiamento de tecnologias de alto risco e inovação, ela menciona que

Ao realizar avaliações futuras, é importante que o ARPA-E e os formuladores de políticas se lembrem de que a agência tem a tarefa de apoiar pesquisas de “alto risco / alta recompensa”. Isso implica uma distribuição distorcida dos resultados da pesquisa: muitos projetos e até mesmo programas podem não produzir resultados tangíveis medidos em relação às metas e meios gerais da agência, mas **o retorno geral de toda a carteira pode ser positivo por causa de alguns projetos altamente bem-sucedidos**. (NAP, 2017, p. 131) (grifo nosso)

Ou seja, é importante fazer a avaliação da agência pelo conjunto de projetos, e não por um projeto ou ação específica.

Nesse sentido, a National Academies também menciona que “a agência pode ser melhor atendida por um portfólio equilibrado de projetos que visam alcançar grandes e pequenos sucessos, não apenas “gols de placa” (NAP, 2017, p. 132).

Enfatizando a importância do conjunto de projetos e a sinergia entre eles, continuam:

O sucesso da ARPA-E também não deve ser medido com base apenas se um projeto financiado chegou ao mercado. **Resultados igualmente importantes incluem:** (1) financiar a ciência que é essencial para alcançar a transformação energética e / ou abrir novas direções, (2) demonstrar a viabilidade física da teoria científica existente que seja crítica para a transformação energética, (3) demonstrar que determinados caminhos tecnológicos não devem ser seguidos e (4) financiar componentes individuais do sistema de energia que podem estar subfinanciados e, por exemplo, poderiam atrasar o avanço em todo o sistema por causa de interdependências. (NAP, 2017, p.133) (grifo nosso)

É também um elemento chave da missão da ARPA-E preparar as tecnologias desenvolvidas para transferir do laboratório para o mercado, atividade genericamente denominada T2M²². A agência considera suas atividades como um “experimento em andamento”, atualmente constituídas de planos e programas de apoio na preparação e implementação, desenvolvidos pelos executores, em coordenação com o próprio staff da agência, e que tem se mostrado um desafio “maior do que se pensava inicialmente” (NAP, 2017, p. 85), até por causa do tamanho enxuto da equipe interna. É uma iniciativa na qual a National Sciences não

²² T2M, de “*technology-to-market*”

pôde avaliar porque “a agência é muito jovem” (NAP, 2017, p. 59). No entanto, sugerem uma abordagem mais flexível uma vez que alguns executores já tem produtos desenvolvidos e capacidade de mercado já estabelecidas; recomendam, por exemplo, que se exija que os executores descrevam as aplicações potenciais do produto se puderem provar a viabilidade tecnológica, e/ou forneçam informações sobre fatores críticos não técnicos que poderiam impactar a adoção de futuros produtos no mercado, como risco regulatório e outros riscos comuns que vão além dos riscos de mercado das empresas (NAP, 2017, p. 60, 85).

A abordagem T2M vai de encontrar à expectativa de se criar ou garantir uma demanda para os produtos, e representa uma estratégia interessante especialmente para superar o “vale da morte” de projetos que não conseguem chegar ao mercado. As sugestões da National Sciences podem ser facilmente aplicadas ao Programa de P&D ANEEL, na busca de ter resultados mais voltados à inserção de produtos e processos no mercado.

Outra recomendação interessante da National Sciences está no âmbito da comunicação interna e externa dos resultados, em andamento ou finais. Enfatizam a simplificação nos procedimentos de comunicação interna, deixando para um relatório anual os detalhes das performances dos projetos; e para o público externo, apresentar um documento ou outro repositório focado nas lições aprendidas em todos os projetos incluindo resultados positivos e negativos, focado no que os executores aprenderam que funciona e não funciona nos seus projetos (NAP, 2017, p.133). Trata-se de uma forma de compartilhar as lições aprendidas, bem como as boas práticas.

Vale apontar um item em que a ARPA-E e o Programa de P&D ANEEL se equivalem, que também se refere a comunicação. A National Sciences observa que:

O ARPA-E está, em muitos casos, aprimorando com sucesso a segurança econômica e energética dos Estados Unidos financiando atividades transformacionais, espaços em branco e estudos de viabilidade para abrir novas direções tecnológicas e avaliar o mérito técnico de direções potenciais. No entanto, o ARPA-E está fazendo um péssimo trabalho de conscientização sobre esses êxitos reais (...). (NAP, 2017, p.12-13, 134)

A despeito das evidências de que a ARPA-E está, em muitos casos, cumprindo sua missão estatutária, não consegue oferecer ao público externo, inclusive o público não técnico como o Congresso, o Secretário de Energia e outros membros da administração pública que entendam claramente o valor das atividades da agência (NAP, p. 134). A National Sciences recomenda que a ARPA-E desenvolva formas mais comunicação visual, por exemplo, com linguagem sucinta e acessível, para esses públicos, com informações sobre o impacto de suas atividades, a diversidade de métricas para julgar o sucesso de seus projetos e programas individuais e até mesmo que explique o fato de que nenhuma métrica é única ou apropriada para esse fim (NAP, 2017, p. 135).

Finalmente uma última observação, que vale para qualquer programa de governo: que seja desenvolvido e implementada uma abordagem para medir e avaliar o impacto da agência quanto ao alcance de sua missão e objetivos (NAP, 2017, p. 136).

4.1.3 Reino Unido: a inovação na regulação da agência OFGEM

O Programa da Ofgem é por excelência uma inspiração para a regulação do setor elétrico no Brasil. Além de ter um longo período de experiência na implementação de um modelo baseado no incentivo e na competição, também é pioneira em promover a utilização de tecnologias inovadoras para a redução dos custos e melhoria dos serviços do negócio das concessionárias de energia.

Em 2015, a Ofgem substituiu o seu Fundo de Inovação de Baixo Carbono (LCNF)²³, que contribuiu com 250 mil libras (cerca de R\$ 1,2 bilhões) para financiamento da inovação ao longo dos seus 6 anos de vida, por diversos outros mecanismos: o *Network Innovation Competition* (NIC), o *Network Innovation Allowance* (NIA) e o *Innovation Rollout Mechanism* (IRM).

Em parte, essas ações vieram em resposta às críticas de que estimular a competição e a inovação através da regulação acidentalmente “sufocam a inovação” dada a natureza normativa da regulação, em particular dos controles de preços, que

²³ LCNF, do inglês “Low Carbon Network Innovation Fund”.

podem restringir o escopo da tecnologia e da experimentação dos modelos de negócio (UKRN, 2015 apud FRAME et al, 2018, p. 122). Conseqüentemente, a Ofgem adotou uma abordagem alternativa que foi a de incluir “pacotes de estímulos”. Esses pacotes são tipicamente financiados através dos mecanismos de receita existentes das empresas (tal como ocorre no Brasil, a partir das tarifas reguladas) , mas com exigências ou condições ligadas a elementos específicos do financiamento da inovação. Eles tendem a ser adotados pelo regulador onde a inovação possa produzir um grande benefício societal ou ambiental, mas não necessariamente correspondem a um benefícios comercial (UKRN, 2015),

Os programas e ações da agência inglesa que vem buscando inserir a inovação no negócio das concessionárias, e tem se mostrado coerentes com uma visão de missão, permitindo estimular a adoção da inovação tecnológica mediante experimentação, exploração e construção de capacidades de aprendizado, inclusive dos agentes públicos, que vem aperfeiçoando os dispositivos regulatórios.

Particularmente a abordagem mais recente proposta para o RIIO-2, que será implementada ainda a partir de 2021, indica novos estímulos a inovação, incluindo novas ferramentas, novos mecanismos de financiamento e a eliminação de outras que aparentemente não tem mostrado os resultados esperados. Além do mais, a agência já sinaliza um tempo específico para a vigência desses instrumentos, desejando resultar numa “mudança cultural” das empresas onde as companhias migrem para um ambiente mais focado em inovações.

Por outro lado, a agência espera que as empresas demonstrem a aplicação da inovação em suas atividades usuais e planos de negócio. Ademais, com a oferta de novos mecanismos de financiamento a inovação, busca focar nos desafios estratégicos que desafiam o setor no futuro (Stoker, 2018).

Portanto, tal como expresso na regulação inglesa, oferecer uma carteira de opções para investimento em P&D e inovação pode se constituir uma estratégia adequada, não somente para diversificação do *funding*, tendo em vista os desafios do setor e dos consumidores, mas para que as empresas busquem alternativas mais ajustadas ao seus negócios e performance.

Nesse sentido, houve um descontentamento dos agentes, como próprio relata a Ofgem (2018b), que apontaram que o gasto em inovação das iniciativas conduzidas pela agência não estava sendo focado em tecnologias estrategicamente

importantes e havia uma falta de clareza em relação à estrutura para a alocação de fundos de P&D, sem haver uma distinção entre "inovação" e "P & D". Ou seja, não estava claro se a prioridade seria antecipar novas tecnologias ou apoiar as tecnologias existentes para alcançar a fase de comercialização. Como alternativa, a agência regulatória está abrindo a decisão à participação pública, propondo que o apoio ao P&D e inovação no âmbito da atividade regulatória venha a ser determinado sob a "abordagem de todo o sistema", e as decisões podem ser orientadas mediante consulta pública para determinar as tecnologias mais estratégicas e econômicas em que o país deveria investir utilizando financiamento dado pelos consumidores britânicos mediante tarifas.

Vale mencionar que, no Reino Unido, um número significativo de organizações diferentes está envolvido na alocação de financiamento de inovação para projetos de energia, resultando numa ampla gama de organizações envolvidas no financiamento da inovação é a P & D de energia não focada, mas espalhada por muitas tecnologias concorrentes (UK ENERGY, 2016, p. 119-120).

4.2 PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO

O Programa de P&D regulado pela ANEEL é baseado na implementação de projetos. As empresas do setor elétrico escolhem que projetos pretendem implementar, tendo como base uma lista (não exaustiva) de assuntos e os critérios de avaliação (originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custo). A partir de 2008, com a criação dos Projetos de P&D Estratégicos (P&DE), em temas de grande relevância para o setor elétrico e com elevada complexidade em termos científicos e/ou tecnológicos e buscando estimular o desenvolvimento de pesquisa ou inovações tecnológicas relevantes para o Setor Elétrico Brasileiro, as empresas reguladas passaram a ter mais uma opção de investimentos. Apesar de que essencialmente poderiam ser os mesmos projetos escolhidos pelas empresas, os P&DE são mais robustos e complexos, envolvendo um número maior de participantes e com requisitos mais sofisticados de atendimento. Por outro lado, esses projetos passam por uma avaliação inicial de uma banca composta de

entidades intervenientes (basicamente Ministérios e outros órgãos públicos, inclusive internacionais) e superintendências da ANEEL e assim, representam menor risco para as empresas envolvidas.

Não há uma periodicidade, porém, na oferta de P&DE, de forma que as empresas não podem fazer um planejamento estratégico de longo prazo envolvendo esse mecanismo. E apesar de serem relacionados os temas relevantes para o setor elétrico, eventualmente podem não estar dentro das estratégias específicas de alguma empresa, como por exemplo, energias alternativas para distribuidoras de energia elétrica.

Diante desse cenário, e dado o objetivo geral deste trabalho de elaborar um projeto de intervenção com princípios, diretrizes e mudanças regulatórias para o Programa de P&D da ANEEL, a partir das experiências internacionais, mas aplicadas ao contexto brasileiro, que busquem resultados e produtos que agreguem valor à cadeia de inovação do setor elétrico, propõe-se um Plano de aperfeiçoamento com componentes descritos a seguir.

4.2.1 Princípio geral

O Programa de P&D regulado pela ANEEL tem como princípio uma missão, a **a de promover um ambiente regulatório favorável à inovação tecnológica e à eficiência energética mediante incentivos à inserção de produtos e processos inovadores no mercado.**

Essa missão decorre da inserção do programa nas competências legais da Agência e dos objetivos estratégicos traçados pela ANEEL para a pesquisa e o desenvolvimento e a eficiência energética, com destaque particularmente para o Objetivo Estratégico 4 (ANEEL, 2017a).

4.2.2 Diretrizes

As diretrizes para o Programa estão estabelecidos nos Procedimentos do Programa de P&D (PROP&D). Um aperfeiçoamento do Programa implica na revisão do PROP&D.

4.2.3 Estruturação do Programa de aperfeiçoamento

Tendo em vista as avaliações do Programa e a síntese apresentada no item 2.3, o aperfeiçoamento do Programa envolve propostas de intervenção com o objetivo de atuar em três conjuntos de desafios, a saber:

- (i) Ambiente setorial de inovação e comportamento dos agentes
- (ii) O programa de P&D ANEEL
- (iii) Gestão e estrutura operacional da ANEEL.

4.2.4 Ações e atividades a serem desenvolvidas

Os instrumentos para lidar com cada um dos desafios indicados, levantados a partir da literatura e dos casos abordados, estão elencados no Quadro 9 a seguir:

Quadro 9 – Instrumentos propostos para o aperfeiçoamento do Programa de P&D regulado pela ANEEL

Natureza da contribuição	Instrumentos propostos
Ambiente setorial de inovação e comportamento dos agentes	Estabelecer temas prioritários e visão de futuro do setor elétrico Promover articulações do Programa com outras políticas públicas Promover a implementação dos resultados e avanços comerciais das tecnologias desenvolvidas

O Programa de P&D ANEEL	Disseminar boas práticas mediante eventos e publicações, incluindo experiências com erros e acertos nos projetos
	Substituir a abordagem linear por indicador de inovação Ampliar mecanismos de aplicação dos recursos compulsórios, com diretrizes dadas pela ANEEL, permitindo investimentos em: <ul style="list-style-type: none"> • “Pacotes” (mix) de aplicação dos recursos, tais como fundos ou diferentes composições de projetos, com distintas características e maturidades de inovação e participação de capital privado • Projetos com encomenda ou garantia de compra e parceria privada, como startups ou fornecedores • Projetos demonstrativos em tecnologias prioritárias Estabelecer diretrizes para projetos com tecnologias ou temas de maior risco
Gestão e estrutura operacional da ANEEL	Avaliar resultados e impactos por Programa de empresa (mudança de unidade de projeto para empresa) Estabelecer processo célere e simplificado de aprovação dos projetos por indicadores

4.2.5 Plano de trabalho e cronograma

O aperfeiçoamento do Programa envolve a submissão em Audiência Pública da proposta, antecedida de uma análise de impacto regulatório, conforme estabelece as normas administrativas a ANEEL. Para a análise de impacto regulatório, sugere-se o uso a síntese das avaliações externas como proxis da avaliação de resultado do programa, justificando o aprimoramento e os problemas a serem aperfeiçoados.

Empiricamente o Programa de P&D da ANEEL tem passado por revisões a cada quatro, podendo manter-se essa periodicidade para um novo aperfeiçoamento.

Importante que já seja explicitado aos agentes que as ações propostas não são estáticas ou perpétuas. Ao longo do período entre revisões serão feitas

avaliações de resultados parciais, que identificarão a melhoria da performance do programa.

4.2.6 Indicadores e métricas

A partir dos indicadores já existentes em combinação com a experiência registrada na ARPA-E, com as métricas de avaliação externa²⁴, propõe-se o acompanhamento do desempenho dos Programas das empresas, mediante os seguintes indicadores, que deverão refletir a performance do Programa de P&D regulado pela ANEEL no campo da ciência, da tecnologia e inovação:

- (i) Publicações: número de publicações científicas em periódicos relevantes;
- (ii) Patentes: número de patentes registradas; e
- (iii) Engajamento de mercado: pode compreender três outros indicadores, a saber, a) Número de produtos (ou serviços) resultantes dos projetos, em uso pelas empresas; b) Número de startups ou spin-offs dos projetos; e c) Número de projetos que foram apoiados posteriormente por outros mecanismos de financiamento (próprio ou de terceiro).

²⁴ Maiores detalhes podem ser obtidos em NATIONAL ACADEMIES SCIENCES (2017), p.99-106.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Parafraseando Schot & Steinmueller, as políticas públicas ,incluindo aquelas direcionadas para ciência e tecnologia e inovação, surgem dos entendimentos de experiências passadas com ações, reflexões sobre desafios contemporâneos e percepções de potenciais futuros para ações.

Neste trabalho, o Programa de P&D foi abordado como um plano de promoção da inovação, considerando o ambiente regulatório em que os agentes, ou seja, as empresas do setor elétrico, estão sujeitos, abordando particularmente o investimento compulsório em P&D. No entanto, pouco se abordou quanto ao ambiente regulatório e os impactos deste na inovação das empresas; e nenhuma relação direta se fez entre os investimentos compulsórios e seus efeitos na produtividade das empresas e no bem-estar da sociedade.

É implícito na lógica do dispositivo legal do programa - de manter os recursos sob gestão das empresas -, de que os investimentos serão revertidos em redução de custos, melhoria dos serviços, aumento de competitividade das fontes energéticas, entre outros, inclusive em modicidade tarifária.

No curto prazo, especialmente no período de desenvolvimento dos projetos (cerca de 3,5 anos, no caso do Programa de P&D regulado pela ANEEL), os gastos de PD&I podem parecer ineficientes, se o custo das atividades não apresentarem benefícios dentro desse período. E geralmente não aparecem, pois muitos projetos precisam de vários períodos para efetivamente resultarem em produtos utilizáveis ou comercializáveis.

De outra forma, quando internalizados na forma de aumento de produtividade, e capturados em revisão tarifária subsequente, uma vez que não há um “carimbo” de P&D ANEEL nos resultados, ficam invisíveis os resultados até mesmo para a alta gerência das empresas e os agentes públicos. E isso pode limitar o período de retorno de alguns projetos inovadores bem sucedidos e inibir ações mais ousadas.

Intuitivamente tem-se que, especialmente para as empresas que já internalizaram o Programa de P&D em suas estratégias de negócios, há sim um impacto positivo dos projetos e planos de P&D e inovação e a performance das

empresas em termos de produtividade operacional, qualidade do serviço e desempenho comercial.

Não existe, porém, uma literatura exaustiva, no Brasil, que meça o impacto da regulamentação de PD&I sobre o desempenho operacional das empresas. Também para os reguladores não há uma correlação explícita entre os esforços do PD&I ANEEL e o desempenho das concessionárias ou mesmo das geradoras em leilões de energia e outros mecanismos de mercado. Inclusive em experiências internacionais, como a da Ofgem, os agentes públicos destacam a dificuldade em medir essa relação. De fato, as análises empíricas de impacto identificam lacunas quanto a pesquisas e avaliações nesse sentido.

Nosso foco é no Programa de P&D, mas futuros estudos poderão ampliar o âmbito de investigação para a regulação econômica, estabelecendo também propostas para facilitar a inovação em políticas regulatórias. Nesse sentido, pode-se apontar como uma área de estudo o aperfeiçoamento de indicadores que meçam o impacto do marco regulatório na inovação de produtos e processos, podendo-se estender ainda a medir diferenças dos impactos em inovações incrementais, de um lado, e inovações radicais, de outro.

Também nesse sentido, vale seguir as recomendações de Harper (2016), que observa que a maioria dos estudos trata as regulamentações exogenamente, mas muitas vezes há estreita interação no desenvolvimento de regulamentos entre os reguladores e as empresas reguladas. Essa interação tem implicações para o impacto das regulamentações na inovação e também pode explicar os diferentes impactos de diferentes tipos de inovações e empresas.

Uma outra frente de estudos a ser ampliado recai no papel das políticas de PD&I para a política regulatória e para políticas públicas em geral, como propõem Blind & Georghiou (2010). Também há oportunidades de investigação em como inserir a inovação no conjunto de objetivos e na cultura geral dos órgãos reguladores em particular, como propõe Stewart (2010).

Enfim, analisar a relação entre PD&I e regulação é um campo profícuo a ser aprofundado.

6 REFERÊNCIAS

ABDI. **Uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo: inovação e manufatura avançada**. Brasília : Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017. Disponível em: <https://old.abdi.com.br/Estudo/ABDI_Inovacao_Manufatura_Vol01.pdf>. Último acesso em 15/11/2018.

AEIC. **Everything You Need to Know About the America COMPETES Act**. Washington, DC: American Energy Innovation Council. Posted on June 12, 2015. Disponível em: <<http://americanenergyinnovation.org/2015/06/everything-you-need-to-know-about-the-america-competes-act/>>. Último acesso em 10/07/2018.

ALLAS, T. Why a Fundamental Shift in innovation policy is needed. In: MAZUCATTO & PENNA (2015), p. 105-109.

ANADÓN, L.D. Missions-oriented RD&D institutions in energy between 2000 and 2010: A comparative analysis of China, the United Kingdom, and the United States. **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1742-1756, 2012. doi: 10.1016/j.respol.2012.02.015.

ANEEL. **Manual para Elaboração de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro - Ciclo 1999/2000**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br> > Informações Técnicas/Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética/Programa de P&D/Regulamentações anteriores>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Manual para Elaboração de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro Resolução nº 502, de 26 de novembro de 2001. **Diário Oficial da União, 27 nov 2001**. Seção 1, p. 16. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/res2001502.pdf>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica/Maio 2006. Aprovado pela Resolução Normativa nº Resolução Normativa nº 219 de 11 de abril de 2006. **Diário Oficial da União, 09 mai 2006**. Seção 1, p. 78 Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2006219.pdf>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Aprovado pela Resolução Normativa nº 316, de 13 de maio de

2008. **Diário Oficial da União, 21 mai 2008**. Secção 1, p. 56. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656831/14943930/Manual+P%26D+2008/e7fcf12d-83164d54-966d-2a18612e5fd6>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Brasília, 2012. Aprovado pela Resolução Normativa nº 504, de 14 de agosto de 2012. **Diário Oficial da União, 04 out 2012**. Secção 1, p. 57. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656831/14943930/Manual+P%26D+2012/eaef69f8-5331-43f8b3ef-fab1c2775ed1>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Procedimentos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (PROP&D). Aprovados pela Resolução Normativa nº 754, de 13 de dezembro de 2016. **Diário Oficial da União, 22 dez 2016**. Secção 1, p. 77. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>> Regulamentação vigente>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. **ANEEL - Planejamento Estratégico 2018-2021: Sumário Executivo**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2017 (a). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/planejamento-estrategico-ciclo-2018-2021>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Portaria ANEEL nº 4.823, de 28 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União, 01 dez 2017 (b)**. Secção 1, p. 131. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/prt20174823.pdf>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. **Boletim de Informações Gerenciais**. Brasília, Dezembro de 2017 (c). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-gerenciais>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. **Transparência: Disponibilização de informações sobre os projetos de P&D**. Documentos disponibilizados por: SPE - publicado: 13/03/2018, última modificação: 23/05/2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>>. Último acesso em 20/08/2018.

ARPA-E. **About**. The Advanced Research Projects Agency-Energy, [s.d.]. Disponível em: <<https://arpa-e.energy.gov/?q=arpa-e-site-page/about>>. Último acesso em 10/07/2018.

BAUMGARTEN, M. **Conhecimento e Sustentabilidade: políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo**. Porto Alegre: Editora

UFRGS/Editora Sulina, 2008.

BOER, D.C.; SALLES-FILHO, S.L.M.; BIN, A. R&D and Innovation Management in the Brazilian Electricity Sector: the Regulatory Constraint. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 9, n. 1, p. 44-56, 2014. Disponível em: <https://jotmi.org/index.php/GT/article/view/1421>. Último acesso em 05/02/2019.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e da outras providências. **Diário Oficial da União**, 25 jul. 2000. Seção 1, p. 1 (Publicação original). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm. Último acesso em 20/08/2018.

_____. Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004. Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética - EPE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 16 mar. 2004. Seção 1, p. 1 (Publicação original). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.847.htm. Último acesso em 20/08/2018.

BONVILLIAN, W.B. DARPA and its ARPA-AE and IARPA clones: a unique innovation organization model. **Industrial and Corporate Change**, Vol. 27, n 5, p. 897–914, 1 October 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/icc/issue/27/5>. Último acesso em 10/11/2018.

BONVILLIAN, W.B.; VAN ATTA, R. ARPA-E and DARPA: Applying the DARPA model to energy innovation. **The Journal of Technology Transfer**, v. 36, n. 5, p. 469–513, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9223-x>. Último acesso em 11/11/2018.

BOOM, W.; EDLER, J. Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 4, p. 1-13, August 2018. doi: 10.1093/scipol/scy014. Último acesso em 05/02/2019.

BORRÁS, S.; EDIQUIST, C. The choice of innovation policy instruments. **Technological Forecasting & Social Change**, v.80, n. 8, p. 1513-1522, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.002>. Último acesso em 05/02/2019.

BRESSER-PEREIRA, L.C. Globalização e "catching up". In: BRESSER-PEREIRA,

L.C. **Globalização e Competição**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2018. p. 19-50. Também disponível em: <<http://www.bresserpereira.org.br/terceiros/cursos/2012/Globalização-e-Catching-Up.pdf>>. Último acesso em 10/11/2018.

BREZNITZ, D. **Innovation and the State: Political Choice and Strategies for Growth in Israel, Taiwan, and Ireland**. New Haven, CT: Yale University Press, 2007.

BREZNITZ, D.; MURPHREE, M. **The Run of the Red Queen: Government, Innovation, Globalization, and Economic Growth in China**. New Haven, CT: Yale University Press, 2011.

BREZNITZ, D. et al. Mission critical: the ends, means, and design of innovation agencies. **Industrial and Corporate Change**, Vol. 27, n 5, p. 883–896, 1 October 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icc/issue/27/5>>. Último acesso em 10/11/2018.

CALDERAN, L.L.; OLIVEIRA, L.G. **A inovação e a interação Universidade – Empresa: uma revisão teórica**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, Centro de Estudos Avançados de Governo e Administração Pública, Série Textos de Discussão CEAG/UnB 4, 2013. Disponível em: <<http://site.ceag.unb.br/ceagarquivos/public/arquivos/biblioteca/f400c87291ab6c49eb437b7ac1e6ac90.pdf>>. Último acesso em 15/01/2019.

CARIO, S.A.F.; LEMOS, D.C.; BITTENCOURT, P.F. Sistema regional de inovação e desenvolvimento. Araraquara, SP: **Anais do I Encontro da Nacional de Economia Industrial e Inovação**, Dezembro 2016. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/1enei-279/list/development#articles>>. Último acesso em : 15/01/2019.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, Jan/Mar 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a03.pdf>>. Último acesso em 15/11/2018.

CASTILLA-RUBIO, J.C.; SARAIVA, J. Here's how to unleash Brazil's energy revolution. **World Economic Forum**, Regional Agenda, Latin America, 14 March 2018. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2018/03/here-s-how-to-unleash-brazil-s-energy-revolution/>>. Último acesso em 02/11/2018

CASTRO, N.; ROSENAL, R. O Estado e o Setor Elétrico Brasileiro. **Jornal dos Economistas** (Rio de Janeiro), N°326, setembro de 2016, p. 4-5. Disponível em: <<http://www.coreconrj.org.br/anexos/B49DB75A49DDAE230ABBDAAEC080263AA.pdf>>. Último acesso em 27/11/2017.

CASTRO, N. et al. **Enquadramento Analítico para uma avaliação do Programa de P&D da ANEEL de 2008 – 2015**. Rio de Janeiro: UFRJ, Grupo de Estudos do Setor Elétrico, Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE n° 70, Março de 2017. Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/26_tdse70.pdf>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. **Indicadores de Inovação Tecnológica para o Setor Elétrico Brasileiro aderente ao P&D da ANEEL**. Rio de Janeiro: UFRJ, Grupo de Estudos do Setor Elétrico, Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE n° 80, Janeiro de 2018. Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/48_TDSE%2080.pdf>. Último acesso em 20/08/2018.

CGEE. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro: Programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015. Disponível em: <http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/23/Livro_Setor_elet_brasileiro_06082015.pdf>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. ANEEL acata sugestões do CGEE para revisão de Manual de P&D. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos > Comunicação > Notícia**, publicado em 13/07/2016. Disponível em: <<https://www.cgee.org.br/-/aneel-acata-sugestoes-do-cgee-para-revisao-de-manual-de-p-d>>. Último acesso em 20/08/2018.

CHAN, G. et al. Six principles for energy innovation. **Nature**, v. 552, p. 25-27, 7 December 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/magazine-assets/d41586-017-07761-0/d41586-017-07761-0.pdf>>. Último acesso em 08/08/2018.

CHAMINADE, C.; EDQUIST, C. Rationales for public policy intervention in the innovation process: A systems of innovation approach. In: SMITS, R.E. et al. (Eds.), **The Theory and Practice of Innovation Policy: An International Research Handbook**. Cheltenham: Edward Elgar, 2010. p. 95-114.

CHEN, O. **What Is Grid Edge?** Greentechmedia, January 01,2017. Disponível em: <<https://www.greentechmedia.com/articles/read/what-is-the-grid-edge#gs.gVDnsjU>>.

Último acesso em 12/11/2018.

COMISSÃO EUROPEIA. **What is Horizon 2020?** [s.d.]. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>>. Último acesso em 04/11/2018.

_____. Demand-side policies for innovation. **Policies, information and services.** [s.d.](2). Disponível em: <https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/policy/demand-side-policies_nl>. Último acesso em 08/02/2019.

_____. **Horizon 2020 em breves palavras:** O programa-quadro de investigação e inovação da UE. Luxemburgo: Comissão Europeia, Direção-Geral da Investigação e da Inovação 2014. Disponível em: <<https://publications.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/ff01eb01-755b-4401-95be-6a10701c6d28/language-pt>>. Último acesso em 04/11/2018.

_____. **Mission-oriented research and innovation: Inventory and characterisation of initiatives (Final report).** Brussels: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, April 2018a. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/designing-next-framework-programme/mission-oriented-policy-next-research-and-innovation-framework-programme_en>. Último acesso em 15/11/2018.

_____. **Mission-Oriented Research and Innovation: Assessing the impact of a mission-oriented research and innovation approach (Final Report).** Brussels: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, April 2018b. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/designing-next-framework-programme/mission-oriented-policy-next-research-and-innovation-framework-programme_en>. Último acesso em 05/02/2019.

CORDER, S.; SALLES-FILHO, S. Aspectos Conceituais do Financiamento à Ciência, Tecnologia e Inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 1, p. 33- 76, jan-jun. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/rbi.v5i1.8648923>>. Último acesso em 20/08/2018.

COSTA-CAMPI, M.T. et al. Challenges for R&D and innovation in energy. **Energy Policy**, v. 83, p. 193-196, August 2015. doi:10.1016/j.enpol.2015.04.012. Último acesso em 20/08/2018.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F.H.S. O mapeamento da infraestrutura científica e

tecnológica no Brasil. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F.H.S. (Org). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea/ Finep/CNPq, 2016. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_sistemas_setoriais.pdf>. Último acesso em 27/11/2017.

DE NEGRI, F. et al. Ciência, Inovação e Produtividade: Por uma nova geração de políticas públicas. In.: DE NEGRI et al. (2018), Capítulo 11, p. 533-560.

DE NEGRI, J.A. et al (Org.). **Desafios da nação: artigos de apoio**, volume 1, Capítulo 11, p. 533-560. Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180327_desafios_da_nacao_apoio_vol1.pdf>. Último acesso em 25/09/2018.

DI STEFANO, G.; GAMBARDELLA, A.; VERONA, G. (2012). Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions. **Research Policy**, v.41, n. 8, p. 1283–1295, 2012. doi:10.1016/j.respol.2012.03.021. Último acesso em 20/08/2018.

DOE. **Budget & Performance**. U.S. Department of Energy, [s/d]. Disponível em: <<https://www.energy.gov/budget-performance>>. Último acesso em 10/07/2018.

EDLER, J. Demand-based Innovation Policy. In: SMITS, R.E.; KUHLMANN, S.; SHAPIRA, P. **The Theory and Practice of Innovation Policy: An international research handbook**. Edward Elgar Publishing, PRIME Series on Research and Innovation Policy in Europe, Chapter 12, p. 275-301, 2010. DOI: 10.4337/9781849804424.00020

EDLER, J. et al. The practice of evaluation in innovation policy in Europe. **Research Evaluation**, v. 21, n. p. 167-182, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228148029_The_Practice_of_Evaluation_in_Innovation_Policy_in_Europe>. Último acesso em: 05/02/2019.

_____. **Handbook of Innovation Policy Impact**. Edward Elgar Publishing, 2016. doi:10.4337/9781784711856.

EDQUIST, C. The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of art. Aalborg: DRUID Conference, June 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Charles_Edquist/publication/228823918_The_Systems_of_Innovation_Approach_and_Innovation_Policy_An_Account_of_the_State_of_the_Art/links/548177b90cf20f081e727cb6.pdf>. Último acesso em 15/11/2018.

_____. **Reflections on the systems of innovation approach.** *Science and Public Policy*, v. 31, n. 6, p. 485–489, 1 December 2004. doi: 10.3152/147154304781779741. Último acesso em 05/02/2019.

EPE. **Balço energético nacional 2018: Ano base 2017.** Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018_Int.pdf>. Último acesso em 15/01/2019.

ERGAS, H. Does Technology Policy Matter? In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Technology and Global Industry Companies and Nations in the World Economy.** Washington, DC: The National Academies Press, p. 191-245, 1987. Disponível em: <<https://www.nap.edu/download/1671>>. Último acesso em 15/01/2019.

ESTADOS UNIDOS. **America COMPETES Act.** P.L. 110-69, 42 USC 16538, 110th congress, 1st sess., Sec. 5012, 2007.

_____. **American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (ARRA).** P.L. 111-5, 2009.

_____. **America COMPETES Reauthorization Act of 2010.** P.L. 111-358, HR 5116, 111th congress, 2nd sess., Sec. 904, 2010. Disponível em: <<https://www.congress.gov/111/plaws/publ358/PLAW-111publ358.pdf>>. Último acesso em 10/07/2018.

FAGERBERG, J. **Mission (im)possible? The role of innovation (and innovation policy) in supporting structural change and sustainability transitions.** Oslo: University of Oslo, TIK Centre for Technology, Innovation and Culture, TIK working papers on Innovation Studies No. 20180216, 2018. Disponível em: <https://www.sv.uio.no/tik/InnoWP/tik_working_paper_20180216.pdf>. Último acesso em 15/11/2018.

FERRARI, A.T. **Metodologia da Pesquisa Científica.** São Paulo: Mcgraw Hill, 1982.

FERRAZ, C. A reforma do setor elétrico brasileiro: O Brasil na contramão do desenvolvimento sustentável. **Boletim Infopetro**, ano 17, n.2, p. 47-53, Maio/Junho de 2017. Disponível em: <<https://infopetro.files.wordpress.com/2017/08/infopetro05062017.pdf>>. Último

acesso em 20/08/2018.

FORAY, D.; MOWERY, D.; NELSON, R.R. Public R&D and social challenges: what lessons from mission R&D programs? **Research Policy**, v.41, n. 10, p. 1697–1902, 2012.

FRAME, D. et al. Innovation in regulated electricity distribution networks: A review of the effectiveness of Great Britain's Low Carbon Networks Fund. **Energy Policy**, v. 118, p. 121-132, July 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.033>>. Último acesso em 05/02/2019.

FREEMAN, C. Technological infrastructure and international competitiveness. Paris: OECD, August 1982. (Draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness). Disponível em: <http://mail.redesist.ie.ufrj.br/globelics/pdfs/GLOBELICS_0079_Freeman.pdf>. Último acesso em 15/11/2018.

FRIEDRICH, K. Why ARPA-E is essential for U.S. energy innovation. **Greenbiz**, Wednesday, April 25, 2018. Disponível em: <<https://www.greenbiz.com/article/why-arpa-e-essential-us-energy-innovation>>. Último acesso em 10/07/2018.

GALLAGHER, K. et al. The energy technology innovation system. **Annual Review of Environment and Resources**, v.37, p. 137–162, November 2012. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-060311-133915>>. Último acesso em 20/08/2018.

GEA. **Global Energy Assessment (GEA). Towards a Sustainable Future**. Cambridge University Press and the International Institute for Applied Systems Analysis, 2012. Disponível em: <<http://www.globalenergyassessment.org>>. Último acesso em 10/07/2018.

GODIN, B. The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. **Science, Technology, & Human Values**, v. 31, n. 6, p. 639–667, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0162243906291865>> e <http://www.csiic.ca/PDF/Godin_30.pdf> (open access). Último acesso em 12/11/2018.

GUEDES, A.L. Financiamento do desenvolvimento: Pesquisa Comparativa dos Bancos de Desenvolvimento. In: DE NEGRI et al. (2018). p. 663-702.

GUERREIRO, S. Retomada industrial depende de fontes alternativas de energia. **Valor Econômico**, 23 de outubro de 2017.

HARPER, J.C. The impact of technology foresight on innovation and innovation policy. In: EDLER, J. et al., 2016, Chapter 16, p. 483-504.

HART, D.; KEARNEY, M. **ARPA-E: Versatile Catalyst for U.S. Energy Innovation**. Washington, DC: Information Technology & Innovation Foundation - ITIF, November 2017. Disponível em: <<https://itif.org/publications/2017/11/15/arpa-e-versatile-catalyst-us-energy-innovation>>. Último acesso em 10/07/2018.

HENDERSON, R.M.; NEWELL, R.G. (Org). **Accelerating Energy Innovation: Insights from Multiple Sectors**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper 16529, November 2010. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w16529>>. Último acesso em 10/02/2019.

HoCECCC, 2010. **The future of Britain's electricity networks**. London: House of Commons, Energy and Climate Change Committee, Second Report, 2010

IEA. **Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios & Strategies to 2050**. Paris: International Energy Agency, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.org/media/etp/ETP2008.pdf>>. Último acesso em 10/07/2018.

_____. **Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios & Strategies to 2050**. Paris: International Energy Agency, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.org/media/etp/ETP2010.pdf>>. Último acesso em 10/07/2018.

_____. **Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations**. Paris: International Energy Agency, 6 June 2017. Disponível em: <<https://www.iea.org/etp2017>>. Último acesso em 10/07/2018.

IEDI. **Sistema Brasileiro de Inovação: Proposta de Política Orientada à Missão**. São Paulo: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, Carta IEDI n. 730, 29/04/2016. Disponível em: <https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_730.html>. Último acesso em 23/09/2018.

IPEA. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Comunicado do IPEA n° 152, Julho 2012. Disponível em: <http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120703_comunicadoipea>

[0152.pdf](#)>. Último acesso em 20/08/2018.

IRENA. **Global Energy Transformation: A roadmap to 2050**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018. Disponível em: <<http://www.irena.org/remap>>. Último acesso em 13/11/2018.

JASMAB, T.; POLLIT, M.G. Why and how to subsidise energy R+D: Lessons from the collapse and recovery of electricity innovation in the UK. **Energy Policy**, v. 83, p. 197-205, 2015.

JATOBÁ, P. **O setor elétrico brasileiro e a integração elétrica regional**. FGV/Energia, Caderno Opinião, setembro 2016. Disponível em: <http://www.fgv.br/fgvenergia/pedro_jatoba_setembro_2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Último acesso em 27/11/2017.

JOSKOW, P,L, **Creating a Smarter U.S. Electricity Grid**. Boston: MIT, Joint Center of the Department of Economics, MIT Energy Initiative and MIT Sloan School of Management (CEEPR WP 2011-021), October 2011. Disponível em: <<http://ceepr.mit.edu/publications/working-papers/3>>. Último acesso em 10/11/2018.

KATTEL, R.; MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. **Industrial and Corporate Change**, Vol. 27, n 5, p. 787–801, 1 October 2018. doi:10.1093/icc/dty032. Disponível em: <<http://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/wp2018-05>>. Último acesso em 04/11/2018.

KOSKI, H. et al. Innovation and education strategies and policies in Finland. In: DAHLMAN, C.J.; ROUTTI, J.; YLÄ-ANTTILA, P. (eds). **Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned**. Washington, DC: World Bank Institute, p. 39–62, 2006.

KUITTINEN, H.; VELTE, D. **Mission-oriented R&I policies: In-depth case studies. Study Report: Energiewende**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018, Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/publications/mission-oriented-research-and-innovation-policy-depth-case-studies_en> . Último acesso em 15/11/2018.

LASTRES, H.M.M.; CASSIOLATO, J.E., CAMPOS, R. Arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais: vantagens do enfoque. IN: LASTRES, Helena M.M., CASSIOLATO, J.E.(org.) **Estratégias para o desenvolvimento: um enfoque sobre**

Arranjos Produtivos Locais do Norte, Nordeste e Centro-Oeste Brasileiros. Rio de Janeiro: E-papers, 2006. p. 13-28, Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose_Cassiolato/publication/311761628_Estrategias_para_o_desenvolvimento_um_enfoque_sobre_arranjos_produtivos_locais_do_Norte_Nordeste_e_Centro-Oeste_brasileiros/links/585941c408ae64cb3d493761/Estrategias-para-o-desenvolvimento-um-enfoque-sobre-arranjos-produtivos-locais-do-Norte-Nordeste-e-Centro-Oeste-brasileiros.pdf>. Último acesso em 15/01/2019.

LINDNER, R. et al. **Addressing directionality: Orientation failure and the systems of innovation heuristic. Towards reflexive governance.** Karlsruhe: Fraunhofer ISI, Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis n° 52, July 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10419/145315>>. Último acesso em 04/11/2018.

LUNDVALL, B.A (Ed). **National systems of innovation: towards a theory of innovation and an interactive learning.** Londres, Pinter, 1992.

MACEDO, M.M. Fundamentos das Políticas de Inovação pelo Lado a Demanda no Brasil. In: RAUEN, A.T. (Org.). **Políticas de Inovação pelo Lado da Demanda no Brasil.** Brasília, IPEA, Capítulo 2, p. 47-84, 2017.

MARTIN, C. Financing Energy Innovation: the case of ARPA-E. In: MAZZUCATO & PENNA (2015), p. 105-109.

MAZZUCATO, M. **Mission-Oriented Innovation Policy: Challenges and Opportunities.** London: University College London, UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series (IIPP WP 2017-01), September 2017. Disponível em: <<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2018/jan/mission-oriented-innovation-policy-challenges-and-opportunities>>. Último acesso em 10/11/2018.

_____. **Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union: A Problem-Solving Approach to Fuel Innovation-Led Growth.** Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018a. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/mazzucato_report_2018.pdf>. Último acesso em 10/11/2018.

_____. Mission-Oriented Innovation Policy: Challenges and Opportunities. **Industrial and Corporate Change**, Vol. 27, n 5, p. 803–815, 1 October 2018b. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icc/issue/27/5>>. Último acesso em 10/11/2018.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C.C.R. **Mission-Oriented Finance for Innovation: New Ideas for Investment-Led Growth**. London: Rowman & Littlefield, 2015. Disponível em: <<https://marianamazucato.com/uncategorized/mission-oriented-finance-for-innovation-new-ideas-for-investment-led-growth/>>. Último acesso em 02/05/2019.

_____. **The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016. Disponível em: <<https://www.cgее.org.br/the-brazilian-innovation-system>>. Último acesso em 16/08/2018.

MAZZUCATO, M.; PEREZ, C. **Innovation as Growth Policy: the challenge for Europe**. Brighton: University of Sussex Business School, Science Policy Research Unit, SPRU Working Paper Series (SWPS 2014-13), July 2014. Disponível em: <<http://www.sussex.ac.uk/spru/research/swps>>. Último acesso em 04/11/2018.

MCTIC. **FNDCT – Fundos: CT-Energ**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, s/d. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/fundos/fndct/fundos_CeT/ct_energ/ct_energ.html>. Último acesso em 20/08/2018.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES. **Board of Science, Technology, and Economic Policy: Policy and Global Affairs**, [s/d]. Disponível em: <<http://sites.nationalacademies.org/pga/step/index.htm>>. Último acesso em 10/07/2018.

_____. **Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future**. Washington, DC: The National Academies Press, 2007. (report first issued 2006). Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/11463>>. Último acesso em 10/07/2018.

_____. **Rising Above the Gathering Storm, Revised**. Washington, DC: The National Academies Press, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/11463>>. Último acesso em 10/07/2018.

_____. **An Assessment of ARPA-E**. Washington, DC: The National Academies Press, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/24778>>. Último acesso em 10/07/2018.

NELSON, R. R. **National Innovation Systems: a Comparative Analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

_____. Thinking About Technology Policy: ‘Market Failures’ versus ‘Innovation systems’. Working Paper IIPP WP 2017-02, October 2017. Disponível em: <<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2017/oct/thinking-about-technology-policy-market-failures-versus-innovation-systems>>. Último acesso em: 05/02/2019.

NEWELL, R. G. The role of markets and policies in delivering innovation for climate change mitigation. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 26, n 2, p. 253–269, July 2010a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oxrep/grq009>>. Último acesso em 10/07/2018.

NEWELL, R.G. The Energy Innovation System A Historical Perspective. In: HENDERSON, R.M.; NEWELL, R.G. (Org). Chapter 1, p. 25-47, 2010b.

OECD. **Demand-side innovation policies**. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD Publishing, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1788/9789264098886-en>>. Último acesso em 08/02/2019.

_____. **Intelligent Demand: Policy Rationale, Design and Potential Benefits**. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 13, OECD Publishing, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/5jz8p4rk3944-en>>. Último acesso em 08/02/2019.

_____. **The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being**. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD Publishing, 2015. Disponível em: <https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2019/01/riio-2_sector_methodology_0.pdf>. Último acesso em 05/11/2018.

OFGEM. **LCN Fund Governance Document v.1**. London: Office of Gas and Electricity Markets, 2010a. Disponível em: <<https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/45799/lcn-fund-governance-document-v1pdf>>. Último acesso em 05/02/2019.

_____. **Regulating Energy Networks for the Future: RPI-X@20 Recommendations**. London: Office of Gas and Electricity Markets, 2010b. Disponível em: <<https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/regulating-energy-networks-future-rpi-x20-recommendations>>. Último acesso em 05/02/2019.

_____. **Electricity Network Innovation Competition Governance Document**. London: Office of Gas and Electricity Markets, 2013a. Disponível em: <<https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/version-30-network-innovation-competition-governance-documents>>. Último acesso em 05/02/2019.

_____. **RIIO-2 Sector Specific Methodology**. London: Office of Gas and Electricity Markets, 18 December 2018a. Disponível em: <https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2019/01/riio-2_sector_methodology_0.pdf>. Último acesso em 05/02/2019.

_____. **RIIO-2 Sector Specific Methodology Consultation - Investor Call**. Office of Gas and Electricity Markets, Presentantion, 18/12/2018b. Disponível em: <<https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/riio-2-sector-specific-methodology-consultation-investor-call>>. Último acesso em 05/02/2019.

PENNA, C.C.R. **Tipos de políticas públicas de inovação e a caixa de ferramentas de políticas públicas de inovação**. Brasília: ENAP, Curso de Especialização em Gestão de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação, Disciplina D2 – O Estado como agente no desenvolvimento de C,T&I, 03-24 de outubro de 2017. Notas de Aula. Apresentação.

PETERS, M. *et al.* The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change – Does the locus of policies matter? **Research Policy**, v. 41, n. 8, p. 1296–1308, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.004>>. Último acesso em 20/08/2018.

PFITZNER, M.; SALLES-FILHO, S.L.M.; BRITTES, J.L.P. Análise da dinâmica de P&D&I na construção do Sistema Setorial de Inovação de energia elétrica para o Brasil. **Gestão da Produção**, v. 21, n. 3, p. 463-476, 2014. Disponível em: <<http://ww.dx.doi.org/10.1590/0104-530X230>>. Último acesso em 20/08/2018.

POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Org.). **Inovação Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro. Uma avaliação do Programa Regulado pela ANEEL**. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_inovacatecnologica.pdf>. Último acesso em 20/08/2018.

POULTER, H. The RIIO EDI review: Just how successful is RIIO? University of Exeter, **iGov. New Thinking**, News, 6th June 2017. Disponível em : <<http://projects.exeter.ac.uk/igov/new-thinking-the-riio-edi-review-just-how-successful-is-riio/>>. Último acesso em 05/02/2019.

POWELL, A. **The false choice of basic vs. applied research: Former SEAS dean says the traditional divide stifles discovery, and he offers an alternative model.** The Harvard Gazette, Science & Technology, January 3, 2017. Disponível em: <<https://news.harvard.edu/gazette/story/2017/01/former-harvard-dean-examines-stifling-of-discovery/>>. Último acesso em 20/08/2018.

POYRY. **An Independent Evaluation of the LCNF – A Report to Ofgem.** London, Pöyry Management Consulting, October 2016. Disponível em: <https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2016/11/evaluation_of_the_lcnf_0.pdf>. Último acesso em 05/02/2019.

ROHLFING, E.A. Advanced Research Projects Agency – Energy (ARPA-E). Presentation. Washington, DC: **Fuel Cell and Heat Engine Hybrid CHP Systems Workshop**, January 2017. Disponível em: <<https://arpa-e.energy.gov/?q=workshop/fuel-cell-and-heat-engine-hybrid-chp-systems>>. Último acesso em 25/11/2018.

ROMANI, M.; STERN, N.; ZENGHELIS, D. **The basic economics of low-carbon growth in the UK.** Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Policy Brief, 2011.

ROSE, G. Energy's Hottest Sector. **Foreign Affairs**, March/April 2015. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-02-11/energys-hottest-sector>>. Último acesso em 13/11/2018.

ROSENBERG, N. **Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History**, New York: Cambridge University Press, 1994, p. 139.

SAKAKIBARA, M. Evaluation of Government-Sponsored R&D Consortia in Japan. In: OECD. **Policy Evaluation in Innovation and Technology: Towards Best Practices**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 1997. Chapter 12. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/inno/policyevaluationininnovationandtechtologytowardsbestpractices.htm>>. Último acesso em 13/07/2018.

SANTOS, G.R. **Energias renováveis no Brasil: desafios de pesquisa e caracterização do financiamento público.** Texto para Discussão N° 2.047, Ipea, 2015.

_____. Mudanças no Apoio à Pesquisa em Energias no Brasil: subindo degraus da

inovação? **RADAR** N° 44 Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/radar/temas/politicas-publicas/509-mudancas-no-apoio-a-pesquisa-em-energias-no-brasil-subindo-degraus-da-inovacao-2>>. Último acesso em 27/11/2017.

_____. Políticas de Apoio à Inovação em Energia no Brasil: Desafios, avanços e mudanças recentes. In.: TURCHI, Lenita Maria; MORAIS, José Mauro (Org). **Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: IPEA, 2017.

SCOT, J.; STEINMUELLER, W.E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1554-1567, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>. Último acesso em 05/02/2019.

SILVEIRA, A.D. et al. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. **Cadernos EBAPE.BR. [online]**. 2016, v.14, n. spe, p.506-526, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1679-395117320>>. Último acesso em 05/02/2019.

STIRLING, A. **Towards innovation democracy? Participation, responsibility and precaution in innovation governance**. STEPS Working Paper 78, 13/02/2015. Disponível em: <<https://steps-centre.org/publication/innovation-democracy-stirling/>>. Último acesso em 15/11/2018.

STOKER, I. Inside RIIO-2: Ofgem's innovation stimulus reform. **Current**, 18 Dec. 2018. Disponível em: <<https://www.current-news.co.uk/news/inside-riio-2-ofgems-innovation-stimulus-reform>>. Último acesso em 26/01/2019.

TANAKA, A.K.R. **Análise da atuação da Finep à luz da abordagem de sistemas de inovação**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências, em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

UK ENERGY. **Pathways for the GB Electricity Sector to 2030 (Full report)**. February 2016. Disponível em: < <https://www.energy-uk.org.uk/publication/342-research-and-reports/pathways-2030.html>>. Último acesso em 05/02/2019.

UKRN. **Innovation in Regulated Infrastructure Sectors**. London: UK Regulators Network, 2015.

VAN LENTE, H.; VAN TIL, J.I. Articulation of Sustainability in the Emerging Field of Nanocoatings. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 8, p. 967-976, 2008.

VICTOR, D.G. Tsunamis of innovation are shaking the energy industry. **Planet Policy**, Brookings Institute, Washington DC, March 15, 2018. Disponível em: <<https://www.brookings.edu/blog/planetpolicy/>>. Último acesso em 02/11/2018.

VICTOR, D.G.; YANOSEK, K. The Next Energy Revolution. **Foreign Affairs**, July/August 2017. Disponível em <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2017-06-13/next-energy-revolution>>. Último acesso em 13/11/2018.

VILLELA T.N, MAGACHO L.A.M. **Abordagem histórica do Sistema Nacional de Inovação e o papel das Incubadoras de Empresas na interação entre agentes deste sistema**. Florianópolis, SC: XIX Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas, 2009. Disponível em: <http://www.redetec.org.br/publique/media/PUC-Rio-T-2_1.pdf>. Último acesso em 15/11/2018.

WEF. **The Future of Electricity: New Technologies Transforming the Grid Edge**. Geneva: World Economic Forum in collaboration with Bain & Company, 10 March 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-electricity-new-technologies-transforming-the-grid-edge>>. Último acesso em 20/08/2018.

_____. **Transformation of the Global Energy System**. Geneva: World Economic Forum, Global Future Council on Energy 2016-2018, Published: 2 March 2018. Disponível em: <<https://www.weforum.org/whitepapers/transformation-of-the-global-energy-system>>. Último acesso em 02/11/2018.

WEINBERG, A.M. 1967. **Reflections on Big Science**. Oxford: Pergamon Press, 1967.

WEISS, L. **Inc? Innovation and Enterprise in the National Security State**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2014.

WONG, J. **Betting on Biotech: Innovation and the Limits of Asia's Developmental State**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2011.

ZORZO, L.S. et al. A relação entre o foco em inovação e o impacto na eficiência: um estudo nas empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica. In: CONGRESSO ANPCONT, IX, 2015, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Associação Nacional de Programas

de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, 2015.

_____ The relationship between the focus on innovation and economic efficiency: a study on Brazilian electric power distribution companies. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 13, p. 235-249, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317297210_The_relationship_between_the_focus_on_innovation_and_economic_efficiency_a_study_on_Brazilian_electric_power_distribution_companies. Último acesso em 05/02/2019.