



Universidade de Brasília, UnB
Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade – FACE
Departamento de Economia
Bacharelado em Ciências Econômicas

**ANÁLISE DO PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL
SOBRE A GERAÇÃO DE PATENTES E PRODUÇÕES CIENTÍFICAS**

ANA CAROLINA NOVAES SILVA

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO DE 2017

ANA CAROLINA NOVAES SILVA

**ANÁLISE DO PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL
SOBRE A GERAÇÃO DE PATENTES E PRODUÇÕES CIENTÍFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Professora Dr^a. Andrea Cabello

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO DE 2017

ANA CAROLINA NOVAES SILVA

**ANÁLISE DO PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL
SOBRE A GERAÇÃO DE PATENTES E PRODUÇÕES CIENTÍFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Professora Dr^a. Andrea Cabello

Banca examinadora:

Prof.

Prof.

Prof.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por todo o sacrifício e por terem juntos me proporcionado escolhas e oportunidades.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, família e amigos.

Aos meus pais, principalmente, por todo o esforço e sacrifício empenhado para que eu pudesse concluir essa e várias outras etapas. Nada disso seria possível sem a ajuda de vocês.

À minha orientadora, Professora Andrea Cabello, pela atenção, compreensão e, principalmente, pelo compromisso com a Universidade de Brasília.

Aos meus amigos de longa data e aos que fiz na Universidade, pelos materiais emprestados, consolos, conselhos e amizade. Vocês me mostraram que ninguém chega a lugar nenhum sozinho.

Ao Daniel, por todo o apoio, afeto e atenção. Obrigada por ter tornado essa experiência a melhor de todas.

A todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação, nos últimos 4 ou 22 anos.

À Universidade de Brasília.

Obrigada.

RESUMO

O setor elétrico se apresenta como estratégia significativa para o desenvolvimento de qualquer país, porque toda a atividade econômica depende dele. Globalmente, esse setor vem transpassando mudanças significativas em razão do desenvolvimento de novas tecnologias no mercado. Em julho de 2000, a lei brasileira nº 9.991 instituiu o Programa de P&D do Setor Elétrico, regulado pela ANEEL. O Programa determina que as empresas do setor elétrico são obrigadas a investirem 1% da receita operacional líquida (ROL) em projetos de P&D. A partir disso, este estudo tenta responder à seguinte pergunta: quais foram os resultados atingidos pelo Programa no que se refere à geração de pedidos de patentes e produção científica? Alguns estudos buscaram analisar essa relação qualitativa e quantitativamente. Este estudo apresenta um panorama entre os anos de 2001 e 2016 sobre os principais resultados desse encadeamento. O grande número de projetos desenvolvidos e o investimento alocado podem demonstrar o sucesso do Programa. Dada a análise dos resultados apresentados, constatou-se que a obrigatoriedade de investimento em P&D do setor elétrico gerou contribuições proporcionalmente maiores no que tange à produção científica, do que quanto à geração de patentes.

Palavras-chave: Setor Elétrico Brasileiro, Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento, Programa de P&D da ANEEL, Patente, Produção Científica, Ciência & Tecnologia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. O PROCESSO DE INOVAÇÃO	9
1.1. A INOVAÇÃO	9
1.2. INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C&T)	11
1.2.1 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	11
1.2.2 Patentes	13
1.2.3 Indicadores Complementares	15
2. O CASO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	16
2.1 O PROGRAMA DE P&D DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	17
2.2 AVALIAÇÕES DO PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL	20
2.3 O PROCESSO DE P&D NO SETOR ELÉTRICO	23
2.4 PROGRAMAS DE P&D EM OUTROS SETORES DA ECONOMIA	24
3. DADOS AGREGADOS SOBRE O INSUMO E O PRODUTO DA ATIVIDADE DE P&D NO SETOR ELÉTRICO	27
3.1 GASTOS COM P&D	27
3.2 PESSOAL ENVOLVIDO EM ATIVIDADES DE P&D NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	30
3.3 PEDIDOS DE PATENTES	33
3.4 PRODUÇÃO CIENTÍFICA	35
4. DESEMPENHO AGREGADO DO SETOR	36
4.1 GASTOS COM P&D E PEDIDOS DE PATENTES	37
4.2 GASTOS COM P&D E A PRODUÇÃO CIENTÍFICA	37
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

INTRODUÇÃO

Em julho de 2000, foi criada a lei 9.991, que instituiu o Programa de P&D do Setor Elétrico Brasileiro. Esta lei estabelece que 1% da Receita Operacional Líquida das empresas do setor elétrico deve ser destinada a investimentos em projetos de P&D. O objetivo deste trabalho é oferecer resultados preliminares desse programa entre 2001 e 2016, no que se refere à relação entre os gastos com P&D e a geração de pedidos de patentes e produção científica em áreas correlatas, já que esses indicadores podem ser considerados como resultados do esforço de inovação.

O Capítulo 1 apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito de inovação e os principais indicadores de ciência e tecnologia: pesquisa e desenvolvimento, patentes e outros indicadores complementares.

O Capítulo 2 é responsável por mostrar o caso do setor elétrico brasileiro, o qual se apresenta como estratégia significativa para o desenvolvimento de qualquer país, porque toda a atividade econômica depende dele. Nas seções deste capítulo, é mostrado como o Programa de P&D desse setor é desenvolvido, seu objetivo, processo e algumas avaliações anteriores que tentaram mensurar os impactos do programa. Na última seção podem ser encontrados alguns setores-chave brasileiros que também possuem programas específicos de investimento em P&D.

O Capítulo 3 expõe os dados agregados sobre o insumo e o produto da atividade de P&D no setor elétrico. A seção 3.1 é responsável por demonstrar os gastos com P&D nos projetos do setor elétrico e também o caso geral brasileiro. A mérito de comparação, são apresentados alguns dados globais a fim de mostrar como o Brasil se aloca no que concerne aos investimentos destinados à P&D. A seção 3.2 aponta a quantidade de profissionais envolvidos em áreas de pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, além de comparações com alguns outros países definidos. A seção 3.3 apresenta a evolução dos pedidos de patentes de invenção com temas relacionados à energia elétrica e eletricidade, já que os pedidos podem ser considerados como conversão da pesquisa de base e aplicada em produtos industriais e comerciais tangíveis. Por fim, a seção 3.4 expõe a evolução da produção científica em áreas chave do setor elétrico brasileiro, ademais do impacto da produção brasileira como um todo em termos globais.

O Capítulo 4 deste estudo busca demonstrar o desempenho agregado do setor com base em duas relações: o envolvimento dos gastos em P&D com a geração de

patentes relacionadas ao setor elétrico brasileiro, e também o envolvimento dos gastos em P&D com a produção científica em áreas correlatas ao setor. Por fim, são apresentadas as conclusões e considerações finais deste trabalho.

1. O PROCESSO DE INOVAÇÃO

1.1. A INOVAÇÃO

Os primeiros estudos sobre a relação entre crescimento econômico e inovação são atribuídos a Schumpeter. Para este teórico, a inovação é completa quando há uma transação comercial envolvendo uma invenção e assim gerando riqueza (SCHUMPETER, 1911). O modelo capitalista evoluiu focado em relações entre oferta e demanda de serviços, entretanto, essa dinâmica não considera mudanças tecnológicas e comportamentais. De tal forma, firmas que atuam singularmente com essa visão possuem uma gestão idealizadora de resultados mais rápidos, e estão mais fechadas à conquista de novos mercados e, por consequência, menos propícias a processos inovadores.

O conceito schumpeteriano de inovação é restrito a produtos. Atualmente, o processo inovativo envolve, além disso, processos, serviços, estudos e atividades com geração de resultados cada vez mais desenvolvidos, sejam para melhorar a competitividade da firma, a sua eficiência ou outros fatores.

Para Grant (1996), o processo de inovação demanda maiores interações e colaborações entre especialistas, uma vez que, para o autor, a inovação é uma atividade de cooperação que surge da aproximação entre diversas disciplinas.

A inovação é por definição novidade. É a criação de algo qualitativamente novo, através de processos aprendizagem e construção de conhecimento, e isso envolve constantemente a mudança de competências e capacidade. Desta forma, pode ser difícil mensurar a inovação em determinados pontos e, portanto, são consideradas medidas de despesa de insumos para a inovação e resultados de vendas na inovação. (K.H. SMITH, 2005).

Ainda, de acordo com o Manual de Oslo (2005), produzido pela OECD (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico em português), a inovação pode ser compreendida como:

“(...) a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.” (OECD, 2005, p. 55).

A inovação geralmente difere de setor para setor em termos de características, fontes, autores envolvidos, fronteiras de processos e na organização de atividades inovativas, sendo o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento e o *learning-by-doing*¹ as únicas fontes essenciais da inovação. (MALERBA, 1996).

Outra diferença entre setores está relacionada aos regimes de tecnologia, noção introduzida por Nelson e Sidney (1982), a qual se refere ao aprendizado e capacidade de conhecimento nos quais as firmas operam. De maneira geral, Malerba e Orsenigo (1997) propuseram que o regime de tecnologia é composto por oportunidades e condições de apropriabilidade, características de uma base e conhecimento relevante. (NELSON e WINTER, 1982; MALERBA E ORSENIGO, 1997).

A respeito da comercialização de inovação, é uma visão bastante reconhecida a de que pesquisa e desenvolvimento, assim como atividades inovativas são difíceis de serem financiadas em um mercado competitivo livre. (HALL e LERNER, 2010).

Desta forma, entende-se a inovação como uma das garantias para o crescimento econômico nos dias atuais, onde as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais conduzem ou visam conduzir à implementação de inovações.

A mensuração desse indicador é de difícil análise, visto que a inovação é um processo dinâmico de empresas e pode consistir em uma série de pequenas mudanças incrementais. Ainda de acordo com o Manual de Oslo, as despesas com atividades de inovação devem render retornos potenciais no futuro e os resultados dessas atividades, do desenvolvimento e da implementação das inovações aos melhoramentos na capacidade inovadora e aos impactos sobre o desempenho, tendem a ser pouco observáveis durante o período de análise. (OECD, 2005).

As atividades de inovação são consideradas, então, insumos para a inovação, e um entendimento sobre a distribuição dessas atividades nas empresas, indústrias etc. é muito importante para propor políticas de inovação. Um dos objetivos de melhor entender essa distribuição é interpretar a atribuição dos insumos provindos ou não de pesquisa de desenvolvimento no processo de inovação. (OECD, 2005).

¹ Termo utilizado no processo de produção tecnológica que significa aprender fazendo. Um dos primeiros cientistas a trabalhar com esta questão foi T. P. WRIGHT (1961) e depois vieram HIRSCH (1966), LUNDBERG (1961, STUMEY e RAPPING).

1.2. INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C&T)

No Manual de Oslo são apresentados dois tipos básicos de indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T), os quais estão diretamente ligados à mensuração da inovação: recursos direcionados à P&D e estatísticas de patentes. Ademais, alguns indicadores bibliométricos, dentre outros tipos, fornecem informações complementares, ainda que estas não estejam disponíveis para o âmbito da empresa. Desta forma, este capítulo irá apresentar os indicadores que serão utilizados posteriormente.

No Manual de Frascati (2002), o qual propõe uma metodologia para definição e fomento de pesquisa e desenvolvimento, são apresentadas as Atividades Científicas e Tecnológicas (ACT), que incluem, além de P&D, educação e formação científicas e tecnológicas (CTET), e também Serviços Científicos e Técnicos (STC). Estes últimos se referem, por exemplo, a serviços de Ciência e Tecnologia (C&T) prestados por bibliotecas e museus, levantamentos topográficos, além da análise sobre fenômenos socioeconômicos, bem como atividades sobre patentes e licenças por parte do governo e administrações públicas. A seguir, são apresentados os principais indicadores de Ciência e Tecnologia que se fazem importantes neste trabalho.

1.2.1 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

De acordo com o Manual de Frascati, P&D e inovação são fenômenos relacionados e alguns países consideram a combinação de pesquisas sobre ambos. Por um lado, essa combinação reduz o custo total das respostas das unidades sob análise, o que permite a análise das relações entre P&D e as atividades de inovação realizadas pela unidade. Por outro lado, existe o risco de as unidades não familiarizadas com os conceitos de P&D e inovação confundirem esses conceitos em uma pesquisa combinada. Há também o risco de enviar questões sobre P&D para um grande número de instituições que não desenvolvem P&D e que estão incluídas na população de inferência para a pesquisa sobre inovação. Isso aumentaria o custo da pesquisa conjunta.

O Manual define P&D como:

“A pesquisa e o desenvolvimento experimental (P&D) compreendem o trabalho criativo realizado de forma sistemática com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimentos, incluindo os conhecimentos do homem, da cultura e da sociedade, e o uso desse

estoque de conhecimentos para antever novas aplicações.” (Manual Frascati, 2002).

São consideradas atividades de inovação todas as atividades de P&D financiadas ou desenvolvidas pelas empresas, as quais incluem P&D intramuros e extramuros, conforme define o Manual Frascati:

- I. P&D intramuros compreende todas as atividades de P&D desenvolvidas no interior da empresa, que têm por objetivo contribuir para o desenvolvimento e para a implementação de inovações de produto, de processo, de marketing ou organizacionais assim como a pesquisa básica que não está diretamente relacionada com o desenvolvimento de uma inovação específica. Também inclui a aquisição de bens de capital diretamente relacionados com a atividade de P&D realizada pela empresa.
- II. P&D extramuros está relacionada à aquisição de serviços de P&D oriundos de unidades localizadas no exterior da empresa. Além de P&D, as empresas também podem adquirir tecnologia e know-how de diversas formas e de várias fontes juntamente com o desenvolvimento e a implementação de inovações. Os conhecimentos e tecnologias externos adquiridos podem ser patentes, invenções não patenteadas, licenças, divulgação de conhecimentos, marcas registradas, designs e padrões. Ademais, pode incluir os serviços computacionais e outros serviços científicos e técnicos para as atividades de inovação de produto e de processo. (MANUAL FRASCATI, pg. 105 a 107).

A P&D pode tomar forma a partir do desenvolvimento de softwares que envolvem a realização de avanços científicos e tecnológicos e/ou a resolução de incertezas científicas e tecnológicas em uma base sistemática; serviços que resultem em um novo conhecimento ou envolvam o uso de novos conhecimentos para antever novas aplicações; construção e teste de um protótipo caso seu objetivo principal seja a realização de novos melhoramentos.

“Um protótipo é um modelo original (ou uma situação de teste) que inclui todas as características técnicas e as funções do novo produto ou processo. A aceitação de um protótipo significa freqüentemente o término da fase de desenvolvimento experimental e o início de uma nova fase do processo de inovação” (Manual Frascati, 2002).

Os dados sobre Pesquisa & Desenvolvimento são coletados por pesquisas nacionais de acordo com as diretrizes dadas pelo Manual Frascati (OCDE, 2002). Esses dados são utilizados em diversos estudos, por exemplo, sobre os efeitos de P&D na produtividade, estimados por técnicas econométricas, tanto para países como para setores e empresas. Entretanto, esses dados têm duas limitações principais: o fato de P&D ser um insumo e o fato de não abarcar todos os esforços das empresas e governos nessa área, já que existem outras formas de mudanças técnicas, como o aprendizado pela prática, que não são tratadas por essa definição restrita.

1.2.2 Patentes

Existem diferenças filosóficas entre as visões americana e europeia do que é uma patente (GUELLEC E POTTELSBERGHE, 2007) e (JAFFE e LERNER, 2006). De forma geral, uma patente se refere a um direito de propriedade temporário sobre uma invenção. A patente fornece um direito, mas não uma garantia de excluir os demais de fazer, usar ou vender uma propriedade patenteada. Assim, o detentor de uma patente geralmente não tem obrigação, e às vezes nem mesmo o direito, de praticar a inovação. Como exemplo deste segundo caso, pode-se pensar que, se um inventor detém uma patente cujo exercício dessa patente infringiria os direitos de patente de outro inventor, o primeiro não tem autorização para exercer a patente (MATUTES, REGIBEAU e ROCKETT, 1996).

A inovação pode ser entendida como um processo de conversão de invenções tecnológicas ou não, ideias e conhecimento em novos produtos, serviços e processos, a fim de gerar retornos econômicos. As patentes podem ser consideradas entradas ou saídas desse processo (NAGAOKA, MOTOHASHI e GOTO, 2010). Ou seja, a patente age como condição para uma nova inovação, ou é um resultado desta.

Segundo o Manual de Oslo, a patente pode ser compreendida como:

“(...) um direito legal de propriedade sobre uma invenção, garantido pelos escritórios de patentes nacionais. Uma patente confere a seu detentor direitos exclusivos (durante um certo período) para explorar a invenção patenteada. (...). Estatísticas de patentes são cada vez mais utilizadas como indicadores do resultado das atividades de pesquisa. O número de patentes concedidas a uma dada empresa ou país pode refletir seu dinamismo tecnológico; exames sobre o crescimento das classes de patentes podem fornecer alguma indicação acerca da direção da mudança tecnológica. Em contrapartida, os problemas referentes ao uso de patentes como indicadores de inovação são bem conhecidos. Muitas inovações não

são patenteadas, enquanto algumas são protegidas por patentes múltiplas; muitas patentes não possuem valor tecnológico ou econômico, e outras possuem valores muito elevados.” (OECD, 2005, pg. 30).

De acordo com o Manual para Depositantes de Patentes, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI -, uma patente pode ser definida como:

“(...) um título de propriedade temporário, oficial, concedido pelo Estado, por força de lei, ao seu titular ou seus sucessores (pessoa física ou pessoa jurídica), que passam a possuir os direitos exclusivos sobre o bem, seja de um produto, de um processo de fabricação ou aperfeiçoamento de produtos e processos já existentes, objetos de sua patente.” (Manual para Depositante de Patentes INPI, 2015).

Outras pessoas que não as detentoras da licença podem explorar a patente somente com permissão do titular, o qual durante a vigência da patente é recompensado pelos esforços e gastos despendidos na sua criação. A Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 - Lei da Propriedade Industrial - regula direitos e obrigações relacionados à Propriedade Industrial e estabelece a concessão de patentes considerando o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País.

Todas as criações que impliquem em desenvolvimento que acarrete em solução de um problema ou avanço tecnológico em relação ao que já existe e que possuam aplicação industrial podem, a princípio, ser passíveis de proteção.

A patente é válida apenas nos países onde foi requerida e concedida a sua proteção. Cada país pode conceder ou não a patente, independentemente da decisão em outros países sobre pedidos de patentes depositados nestes – patentes correspondentes.

No que se refere aos tratados internacionais de patentes, o Brasil apresenta-se como signatário do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT, em inglês) desde abril de 1978. Esse tratado tem comportamento multilateral e permite requerer a proteção de patente de uma determinada invenção em vários países ao mesmo tempo, através do depósito de um único pedido. Desde agosto de 2009, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), autoridade que regula os pedidos de patentes no Brasil, passou a operar como Autoridade Internacional de Busca e Autoridade Internacional de Exame Preliminar, pelo Acordo de Strasbourg, o qual estabeleceu a Classificação Internacional de Patentes (IPC, em inglês).

A IPC organiza um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de acordo com as diferentes áreas tecnológicas a que pertencem. A qualquer momento durante a vigência da patente, o INPI ou qualquer pessoa com interesse legal pode propor uma ação de nulidade. Esta, por sua vez, deve ser ajuizada no foro da Justiça Federal e o INPI, quando não for autor, deve estar presente.

1.2.2.1. Propriedade Intelectual

Outro conceito importante para entender o processo de inovação é o de Propriedade Intelectual, que engloba os direitos de autor e a propriedade industrial. As formas de proteção à propriedade intelectual variam de acordo com os diferentes tipos de criação. As criações no campo da propriedade industrial dependem da novidade que estas apresentam, diferente das criações protegidas pelo direito de autor, as quais têm como requisito a originalidade. No Brasil, a Lei nº 9.279/1996 regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial:

“(...)Art. 2º A proteção dos direitos relativos à propriedade industrial, considerado o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País, efetua-se mediante:

- I - concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade;*
- II - concessão de registro de desenho industrial;*
- III - concessão de registro de marca;*
- IV - repressão às falsas indicações geográficas; e*
- V - repressão à concorrência desleal.*

Art. 3º Aplica-se também o disposto nesta Lei:

- I - ao pedido de patente ou de registro proveniente do exterior e depositado no País por quem tenha proteção assegurada por tratado ou convenção em vigor no Brasil; e*
- II - aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade de direitos iguais ou equivalentes. (...)” (Lei nº 9.279/1996).*

1.2.3 Indicadores Complementares

Os indicadores complementares se referem, principalmente, a publicações científicas e capacitação humana, pertencentes a um indicador bibliométrico. Para tanto, é utilizada a base bibliográfica internacional Pascal francesa, uma base multidisciplinar com elevado grau de representatividade da produção científica realizada nos países desenvolvidos – com ou sem a parceria de pesquisadores brasileiros. Os indicadores bibliométricos são medidas quantitativas baseadas na produção bibliográfica realizada por pesquisadores e seus grupos de pesquisa

A partir dos anos 1960, os indicadores de output (resultados) começam a ser utilizados, devido à necessidade de se dispor de medidas que possibilitem aos tomadores de decisão avaliar o retorno dos investimentos aplicados (White & McCain, 1989). Tem-se início a cienciometria, chamada por Price (1975) “ciência das ciências”, a qual é responsável por estudar a evolução, a quantificação do esforço, o comportamento e o impacto social das ciências, abrangendo o sistema de pesquisa como um todo, representado por indicadores de input e indicadores de output, a fim de buscar associações de causas e efeitos dentro do sistema (A bibliometria estaria então inserida na cienciometria). Nessa ciência, os indicadores bibliométricos têm um papel de destaque e são muito importantes dentro de sistemas nacionais de indicadores em C&T.

Os indicadores em questão fornecem informações para se avaliar a produtividade de comunidades científicas, a eficácia de um programa em C&T ou a efetividade/impacto da pesquisa na própria ciência ou para o desenvolvimento econômico e social de um país (PRAT, 1998; GARFIELD, 1995).

Além disso, eles cumprem a finalidade de apontar os resultados imediatos e efeitos do esforço destinado à C&T, consistindo-se medidas de impacto das políticas. (JANNUZZI, 2002). Indicadores bibliométricos são:

- I. indicadores-produto quando se referem a resultados imediatos das políticas com a produção de artigos em C&T ou número de patentes.
- II. indicadores de impacto quando se referem a efeitos no médio prazo do fomento às atividades de C&T, como o Fator de Impacto de Publicações.

2. O CASO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O setor de energia é significativamente estratégico para o desenvolvimento de qualquer país, porque toda a atividade econômica depende dele. Com base na classificação do Índice Trilemma, elaborado pelo Conselho Mundial de Energia, o Brasil vem apresentando uma maior diversificação das fontes de energia, bem como uma redução contínua da dependência energética externa, o que tem contribuído para o aumento da segurança energética no país. Ademais, essa tendência deverá continuar uma vez que são esperados aumentos na produção

nacional de petróleo e gás natural e na capacidade de geração de energia hidrelétrica, biomassa, eólica e solar. (Conselho Mundial de Energia, 2017).

Para atrair mais investimentos privados para o setor, o Brasil lançou em 2016 um plano que envolve vários bilhões de dólares para o leilão de concessões de petróleo, direitos de energia e infraestrutura. Em agosto de 2017, foi anunciada a privatização da principal empresa estatal de eletricidade, a Eletrobras. Espera-se que isso gere um impacto positivo nos preços da eletricidade no longo prazo, os quais em 2016 seguiram em grande parte a taxa de inflação do período. Uma maior participação de investidores privados pode contribuir para melhorar a eficiência e redução de custos, mas as melhorias de confiabilidade e acessibilidade exigirão uma ação firme por parte da ANEEL.

De tal forma, investimentos nessa área se mostram necessários, assim como políticas públicas inovativas que contribuam para o aprimoramento e para o atendimento das demandas de serviços do Brasil. Isto posto, este capítulo busca apresentar e analisar a estrutura e o processo do Programa de P&D do setor elétrico brasileiro.

2.1 O PROGRAMA DE P&D DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No setor elétrico, a busca do estímulo às atividades de P&D resultou na criação da Lei Nº 9.991/2000, a qual dispõe sobre a 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 dá outras providências. De outra forma, como classificado pela Agência:

“O objetivo do Programa de P&D é alocar adequadamente recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia.

Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro, criando novos equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.” (ANEEL).

À vista disso, as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de,

no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final.

Ademais, nos programas e projetos de pesquisa e inovação tecnológica do setor de energia elétrica, é priorizada a obtenção de resultados de aplicação prática, com foco na criação e no aperfeiçoamento de produtos, processos, metodologias e técnicas.

A gestão do programa de P&D da ANEEL é feita por um sistema de autenticação e carregamento de formulários e relatórios, acessado exclusivamente pela ANEEL e pelas empresas do Setor Elétrico obrigadas a investir em projetos de P&D, conforme estabelece a Lei nº 9.991, de 2000.

Ademais, os investimentos em P&D, submetidos para avaliação da ANEEL por meio de projetos, devem ser formatados de acordo com as instruções do Manual do Programa. Os projetos podem ser desenvolvidos pelas próprias empresas, entre duas ou mais empresas, com instituições públicas ou privadas de ensino e/ou de pesquisa, com empresas de consultoria e com fabricantes de materiais e equipamentos. A Agência é responsável pela avaliação e fiscalização da execução dos projetos para verificação dos investimentos realizados. A atividade de fiscalização poderá ser delegada às agências estaduais de regulação, de acordo com termos definidos em contratos ou convênios de cooperação. Diferentemente da pesquisa acadêmica, que se caracteriza pela liberdade de investigação, os projetos de P&D do setor de energia elétrica deverão ter metas e resultados delineados.

Observa-se nos quadros abaixo a distribuição dos percentuais relativos a Lei 9.991/2000 e alterações desta com respectivas vigências, no que tange às obrigações das empresas concessionárias, permissionárias ou autorizadas de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica.

Quadro 2.1 - Distribuição dos percentuais obrigatórios de investimentos das empresas do setor de energia elétrica

Segmento	Lei 9.991/2000			MP 144/2003 (alterou artigos da 9.991/2000)			
	Vigência: 24/07/2000 a 11/12/2003			Vigência: 11/12/2003 a 14/03/2004			
	P&D	PEE	FNDCT	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,25	0,50	0,25	0,125	0,50	0,25	0,125

G	0,50		0,50	0,25		0,50	0,25
T	0,50		0,50	0,25		0,50	0,25

Segmento	Lei 10.848/2004 (alterou artigos da lei 9.991/2000)							
	Vigência: 15/03/2004 a 31/12/2005				A partir de 1º/01/2006			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Segmento	Lei 11.465/2007 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 28/03/2007 a 31/12/2010				A partir de 1º/01/2011			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Segmento	Lei 12.212/2010 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 21/01/2010 a 31/12/2015				A partir de 1º/01/2016			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Fonte: ANEEL, Informações contábeis do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

O Sistema Nacional de Inovação – SNI – brasileiro, na perspectiva das políticas públicas indicadas no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Setor de Energia no período de 2016 a 2019 responde à questão da política nacional de ciência, tecnologia e inovação para o setor de energia como contribuinte da construção de um ambiente favorável à inovação no Brasil. O objetivo do plano é fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas cadeias

produtivas de energia, visando fortalecer a competitividade e aumentar a diversificação da matriz energética, garantindo segurança e eficiência energética.

2.2 AVALIAÇÕES DO PROGRAMA DE P&D REGULADO PELA ANEEL

Ao longo dos anos, foram realizados vários estudos sobre o Programa de P&D da Aneel. Nesta seção serão apresentadas algumas análises sobre o Programa e sua desenvoltura.

No livro *Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel*, realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2011, Calebe de Oliveira Figueiredo², Gustavo Varela Alvarenga³ e Luiz Ricardo Cavalcante⁴ analisam os impactos econômicos, científicos e tecnológicos do programa sobre os indicadores objetivos de desempenho das empresas.

Para a delimitação da base de dados, os autores tiveram acesso ao banco de dados de pesquisadores da ANEEL e cruzaram suas informações com a base de dados da Plataforma Lattes do CNPq. Assim, foi possível reunir informações sobre sexo, curso, nível de formação, quantidade de publicações (proxy da produção científica) e número de patentes concedidas (proxy da produção tecnológica). Com isso, identificaram as variáveis de maior relevância para calcular a probabilidade do pesquisador envolver-se em projetos apoiados pelo Programa de P&D da ANEEL: nível de formação do pesquisador, experiência acadêmica e gênero.

Considerando como variáveis de referência a publicação de artigos e capítulos de livros e a obtenção de registros de patentes, eles verificaram, posteriormente à execução da metodologia apoiada pelo artigo em escores de propensão, que o programa não teve, de uma forma geral, impactos significativos no pessoal ocupado total, no pessoal ocupado técnico-científico e nas taxas de crescimento destas variáveis nas empresas que se envolveram nos projetos.

De 2011 a 2012, Denile Cominato Boer, Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho e Adriana Bin realizaram um estudo de caso com 7 empresas, que juntas representavam

² Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional(PNPD) da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

³ Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional(PNPD) da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

⁴ Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

aproximadamente 27% do investimento em P&D,I realizado entre 2008 e 2013. O artigo apresenta a evolução das rotinas de gerenciamento de P&D,I e dos modelos organizacionais utilizados por essas companhias, e mostra que as empresas criaram um tipo de gerenciamento e estruturas organizacionais minimalistas para lidar com a aplicação de P&D,I. Observa-se na pesquisa que as empresas têm estado mais inquietas com o risco regulatório (o risco de não cumprimento das obrigações) do que com qualquer estratégia de esforço para investir em P&D,I, uma vez que o quadro legal é baseado em punição e não em estímulo.

Na seção 3 da edição nº 153 da revista de Comunicados do IPEA, disponibilizada em 2012, é feita uma análise quantitativa dos impactos econômicos, científicos e tecnológicos do programa sobre os indicadores objetivos de desempenho das empresas e recursos humanos envolvidos nos projetos. Os resultados da pesquisa indicaram convergência da produção científica e redução do diferencial da produção tecnológica, visto que os pesquisadores tratados partem de uma produtividade de artigos menor no período pré-programa e produzem mais nos períodos posteriores. A produção tecnológica saiu de um diferencial maior para valores menores nos períodos pós-programa. Isso provavelmente significa que, em alguns casos, pode ter havido a substituição de patentes por artigos, já que alguns projetos, ao fixarem metas de produtividade científica, poderiam desviar o foco da produção tecnológica. Considera-se, entretanto, que o período de aprovação de um artigo pode ser muitas vezes inferior ao período de concessão de patentes e isso poderia encobrir os resultados.

Em 2015, Letícia Szczepanski dissertou sobre a pesquisa e o desenvolvimento no setor de energia elétrica brasileiro em sua eficiência e influência no desempenho empresarial das companhias deste setor. Para isso, foi analisada uma amostra de 12 empresas do setor no período de 2010 a 2014 por meio dos métodos de Análise Envoltória de Dados e Análise de Regressão, realizadas através do emprego de indicadores de inovação e de desempenho empresarial.

As evidências mostram que embora o Programa de P&D incentive o desenvolvimento tecnológico e a inovação no setor de energia elétrica brasileiro, seus resultados ainda são inferiores aos esperados.

Ademais, em 2015, o artigo “da P&D à Inovação: Desafios Para O Setor Elétrico Brasileiro” buscou apresentar uma ferramenta desenvolvida para as empresas do setor elétrico brasileiro. Para os autores, o programa de obrigatoriedade tem

estimulado as empresas a conduzirem seus esforços de investigação e inovação. Sendo elas parte de um setor dominado por fornecedores, acabam enfrentando limitações referentes à geração de inovações, porque muitas vezes os resultados de projetos de P&D não são implementados. Esta condição revela, além dos problemas na política de inovação do setor, a ausência de mecanismos robustos para apoiar as empresas nas decisões que podem ajudá-las a gerar benefícios da pesquisa.

O objetivo do estudo foi então caracterizar e propor soluções para superar e/ou prevenir as lacunas científicas, tecnológicas, de mercado e de gestão que provavelmente ocorrerão em projetos de P&D, a fim de ampliar a apropriação, adoção e difusão de seus resultados e a geração de impactos positivos.

Por fim, foi analisado também o artigo de Sergio Salles-Filho, Professor Titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp (GEOPI), publicado na 7ª edição da revista de P&D da ANEEL, em defesa de um novo marco regulatório para o Programa.

O estudo analisa três questões normalmente apresentadas para explicar as dificuldades que países e setores enfrentam para gerar inovação a partir da P&D: insuficiência em termos de volume e persistência no tempo, de recursos financeiros, humanos e materiais; dificuldades de comunicação e interação entre os agentes típicos da pesquisa (centros de pesquisa, universidades) e os agentes empreendedores (empresas); e a falta de motivação para inovar nos agentes empreendedores.

Ao analisar o esforço de P&D,I no setor elétrico brasileiro, o autor observa que a primeira questão não se configura como o principal problema, pois há recursos em volume e valores médios bastantes apreciáveis, além de ser um programa continuado, já com 16 anos de investimentos.

A segunda questão também não parece problemático para o autor, pois, como explica, o demandante dos projetos de P&D, neste caso, são as empresas, obrigadas a apresentar programas próprios de P&D,I e a investir valores substantivos em pesquisa e inovação anualmente. Ao contrário do que ocorre na maioria das fontes de financiamento para P&D e inovação no país, nas quais os projetos não se originam nas empresas, no P&D ANEEL a demanda pode partir exclusivamente delas.

Sobre a terceira questão, o autor cita que a falta de estímulo de mercado para uma empresa inovar faz com que ela limite seus recursos para P&D,I mínimo necessário, tanto quanto aos recursos financeiros, mas principalmente aos recursos

humanos e materiais. As empresas GTD (geração, transmissão e distribuição) têm um investimento interno em P&D muito baixo, além de poucos laboratórios e pesquisadores. Em decorrência, as interações com as organizações contratadas para realizar P&D são também limitadas. Desta forma, o autor propõe instituir um marco legal e regulatório que faça da inovação uma necessidade para as empresas. Um marco voltado à efetividade de P&D, que a ANEEL teria total competência para promover e gerenciar.

2.3 O PROCESSO DE P&D NO SETOR ELÉTRICO

O Programa de P&D regulado pela ANEEL está a cargo da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE) desde 2007, a qual tem atribuição de regulamentar e acompanhar a implementação dos programas de P&D e EE do setor de energia elétrica, através do esforço de 313 agentes (ANEEL, P&D no Setor Elétrico). O objetivo do programa é fazer com que as empresas do setor elétrico “busquem inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado”, através do contato com Universidades, Centros de Pesquisa, fabricantes e/ou consultorias.

“Projeto de P&D, no âmbito do programa regulado pela ANEEL, é aquele que leva ou busca levar à implementação de produtos e/ou de processos novos ou melhorados”. (Procedimentos Do Programa De Pesquisa E Desenvolvimento – Prop&D – Módulo 2 – Diretrizes Básicas)

Desta forma, a ANEEL atua com vista a promover de forma viável todo o ciclo da cadeia de inovação do setor, incentivando a cooperação entre empresas em torno de trabalhos que desenvolvam conhecimento, boas ideias, experimentos laboratoriais bem sucedidos e qualidade de modelos matemáticos em resultados práticos que melhorem o desempenho das organizações e também a vida da população brasileira. O fluxo de projetos é contínuo e fica a cargo da empresa montar sua carteira em temas ou áreas de interesse, com autonomia para execução, responsabilidade de pesquisa e foco nos resultados. O processo do programa divide-se entre:

- I. etapas e produtos, que abrange pesquisa básica dirigida, a qual corresponde ao algoritmo, modelo e estrutura básica utilizados para definir projetos a serem contratados; pesquisa aplicada, condizente à metodologia, técnicas e softwares

a serem utilizados; desenvolvimento experimental, o qual adequa o protótipo, o projeto piloto e o processo e/ou serviço proposto; e, por fim, o aprimoramento e aplicação real, os quais estão relacionados ao produto/processo cabeça-de-série, o lote pioneiro e a inserção efetiva no mercado;

- II. resultados e benefícios, que envolve os insumos, integrando a produção técnica e científica, a capacitação de recursos humanos e a infraestrutura física e laboratorial; os produtos, caracterizados pela inovação tecnológica de novos produtos, serviços e negócios; e os benefícios, tais como o aprimoramento de processos, ganhos de produtividade, melhoria da qualidade dos serviços, redução de custos e redução tarifária.

2.4 PROGRAMAS DE P&D EM OUTROS SETORES DA ECONOMIA

Assim como o Setor Elétrico Brasileiro, outros setores da economia brasileira fazem uso de programas de obrigatoriedade de investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento, como é o caso do Setor de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Como mecanismo de fomento à P&D, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) inclui nos contratos de concessão para exploração e produção de petróleo e gás natural a cláusula de que os concessionários devem investir em P&D o valor equivalente a 1% da receita bruta gerada pelos campos de grande rentabilidade ou com grande volume de produção.

O montante destinado à obrigatoriedade de investimento em P&D desde 1998 até 2016 soma aproximadamente R\$ 12 bilhões e, segundo estimativas da Agência, o montante acumulado entre 2013 e 2022 será de mais de R\$ 26 bilhões (ANP, setembro de 2016). A cláusula define os seguintes critérios para a aplicação dos recursos:

“Até 50% do total poderá ser investido nas instalações do próprio concessionário ou de suas afiliadas ou em empresas nacionais. No mínimo, 50% do valor da obrigação deverão ser investidos em instituições de P&D credenciadas pela ANP.” (ANP, 2005).

Além disso, existem no Brasil os chamados Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, com o objetivo de financiar projetos de P,D&I no país. Existem 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relacionados a setores específicos e 2

transversais. Destes, 1 é voltado para a interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infraestrutura de ICTs (Infraestrutura).

Os Fundos foram criados com o objetivo de complementar os recursos de financiamento voltados para o desenvolvimento de setores estratégicos do país e desde sua implementação, têm se constituído no principal instrumento do governo federal para alavancar o sistema de C,T&I brasileiro. Além disso, eles têm proporcionado o progresso de novos projetos em ICTs, que têm por objetivo gerar conhecimento e sua transferência para empresas. Projetos em parceria têm estimulado um maior investimento em inovação tecnológica por parte das empresas, contribuindo para melhorar seus produtos e processos e também equilibrar a relação entre investimentos públicos e privados em ciência e tecnologia.

O quadro abaixo mostra quais setores são abarcados pelo Fundos e as respectivas leis que estabelecem suas finalidades, fontes de recurso e sua destinação ao FNDCT:

Quadro 2.2 - Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia

Fundo	Lei de Referência	Finalidade
CT-Aero	10.332/01	estimular investimentos em P&D para garantir a competitividade no setor
CT-Agro	10.332/01	estimular a capacitação científica e tecnológica em agronomia, veterinária e outras atividades prioritárias
CT-Amazônia	10.176/01	estimular atividades de P&D das empresas de informática da Zona Franca de Manaus
CT-Aquaviário	10.893/04	estimular projetos de P&D de inovações tecnológicas no transporte aquaviário
CT-Biotec	10.332/01	estimular pesquisa e inovação no setor de biotecnologia
CT-Energia	9.991/00	estimular programas e projetos na área de energia, especialmente eficiência energética no uso final
CT-Espacial	9.994/00	estimular P&D da tecnologia espacial na geração de produtos e serviços
CT-Hidro	9.993/00	financiar estudo e projetos na área de recursos hídricos
CT-Info	10.176/01	estimular o desenvolvimento e a produção de bens e serviços de informática e automação

CT-Infra	10.197/00	estimular a modernização e ampliação da infraestrutura e dos serviços de apoio à pesquisa em instituições públicas de ensino superior e de pesquisas brasileiras
CT-Mineral	9.993/00	estimular o desenvolvimento e a difusão de tecnologia intermediária nas pequenas e médias empresas visando projetos voltados à pesquisa técnico científica de suporte à exportação mineral
CT-Petro	9.478/97	estimular a inovação na cadeia do petróleo e gás natural, o desenvolvimento de projetos de parceria entre empresas e universidades, instituições de ensino superior ou centros de pesquisa
CT-Saúde	10.332/01	estimular a capacitação tecnológica na área de interesse do SUS, a atualização da indústria de equipamentos médico hospitalares, e as tecnologias que ampliem o acesso à saúde
CT-Transporte	9.992/00	estimular o investimento em P&D em engenharia civil, engenharia de transportes e outras áreas do setor de transporte rodoviário de passageiros e de carga no Brasil
FUNTTEL	10.052/00	estimular inovação tecnológica, capacitação de recursos humanos, geração de empregos e acesso de pequenas e médias empresas do setor de telecomunicações
Verde-Amarelo	10.168/00 e 10.332/01	estimular a cooperação tecnológica entre universidades, centros de pesquisa e setor produtivo, as ações e os programas que consolidem uma cultura empreendedora e de investimento de risco

Fonte: Fundos Setoriais FINEP.

Anualmente, o Conselho Diretor do FNDCT (Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) fixa os limites determinados às despesas operacionais, de planejamento, prospecção, acompanhamento, avaliação e divulgação de resultados, relacionadas ao financiamento de atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico das Programações Específicas do FNDCT.

A FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), como Secretaria Executiva do FNDCT, recebe anualmente até 2% dos recursos orçamentários atribuídos ao Fundo (Lei nº 11.540, artigo 8º), como forma de cobertura de despesas de administração.

Por fim, existe no Brasil a Lei de Informática, que concede incentivos fiscais para fabricantes de hardware e de componentes eletrônicos que invistam em P&D. O estímulo está previsto para vigorar até 2029 e integra a redução em 80% do Imposto

sobre Produtos Industrializados (IPI). A equivalência do investimento em P&D depende do tipo de produto, variando de 3% ou 4% do faturamento anual das mercadorias incentivadas. O investimento pode ser feito dentro da própria empresa, em universidades ou ser contratado por terceiros. Uma parte dos recursos deve ser investida em convênios com institutos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Para ser beneficiada, a empresa precisa atender ao chamado Processo Produtivo Básico (PPB), que determina o nível de nacionalização requerido para cada tipo de produto.

3. DADOS AGREGADOS SOBRE O INSUMO E O PRODUTO DA ATIVIDADE DE P&D NO SETOR ELÉTRICO

3.1 GASTOS COM P&D

Durante a primeira fase do Programa, entre 1998 e 2007, 3 mil projetos receberam um total de R\$ 1,65 bilhão em investimentos (R\$ 550 mil por projeto), onde 75% foram empregues em Pesquisa Básica (PB) ou Pesquisa Aplicada (PA). Desse valor, 78% foram investidos em produtos intangíveis (conceito, algoritmo, metodologia e software) e 22% investido em produtos tangíveis (máquinas, equipamentos, materiais e dispositivos). (ANEEL, 2015)

Durante a segunda fase, de 2008 até novembro de 2015 (REN 316/2008 e REN 504/2012) 1.680 projetos receberam um total de R\$ 4,7 bilhões em investimentos (R\$ 2,8 milhões por projeto), onde 63% foram destinados à PB ou PA e 5% investidos nas três últimas fases da cadeia de inovação. Destes, 63% foram aplicados em produtos intangíveis e 37% em produtos tangíveis. A partir de 2008, os investimentos em P&D passaram a ser reconhecidos e aprovados somente após avaliação dos projetos e verificação das despesas. (ANEEL, 2015)

Contudo, observa-se que há uma resistência enfrentada em transpassar a etapa de estudos e protótipos para desenvolver efetivamente produtos e/ou serviços que participem da vida do consumidor de forma a agregar valor. Isso pode ser observado, por exemplo, pelo fato de que a maior parte do total de custos dos projetos estão em fases intermediárias da cadeia de inovação. Para efeitos de comparação, dos temas prioritários desenvolvidos com financiamento do Departamento de Energia dos EUA, entre 1961-2008, (US\$ 172 bilhões), 36% dos US\$ 172 bilhões investido,

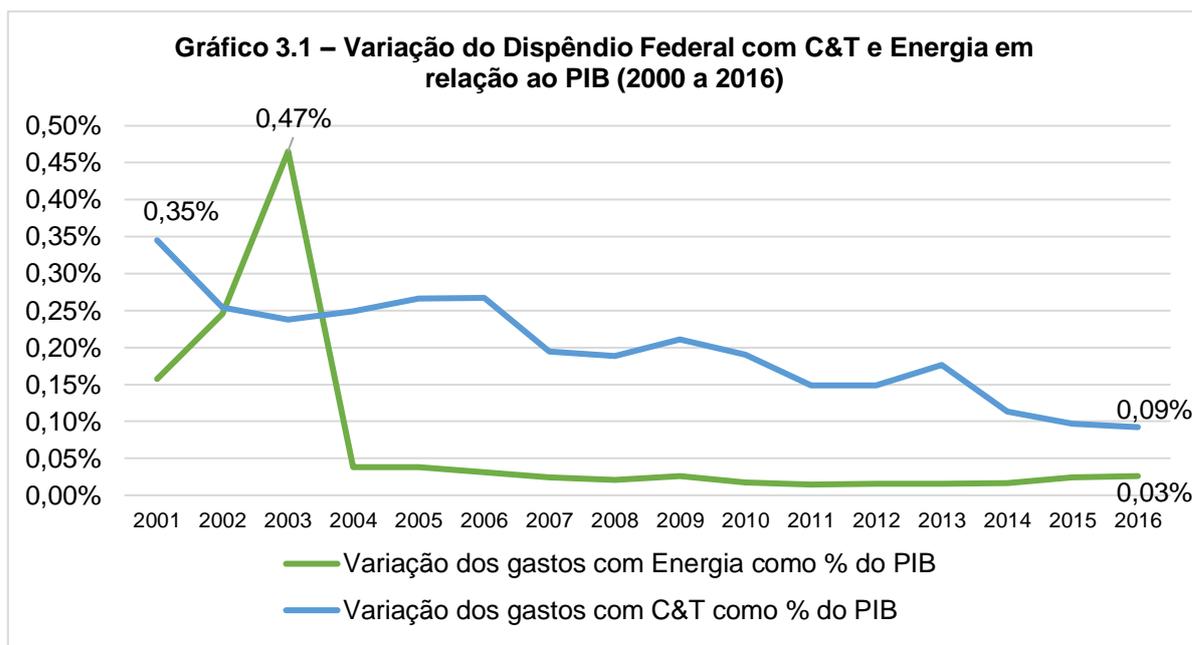
34% foram para pesquisa básica e combustíveis fósseis, e 36% energias renováveis e eficiência energética.

Para se ter uma ideia, de acordo com a PINTEC 2014, de 96 empresas brasileiras selecionadas, por estrato, atuantes no setor de eletricidade e gás, apenas 0,2% delas implementou inovação em produto, frente a um percentual de 3,7 e 4,8 referentes à indústria e outros serviços selecionados, respectivamente. O setor mostra um percentual expressivo apenas na inovação em processo e, dentre os três, é o que menos implementa inovação, mesmo a aquisição externa de P&D apresentando-se como a atividade mais relevante para 76,3% das empresas de Eletricidade e gás, frente ao período anterior (de 2009 a 2011), quando 30,9% das empresas atribuíram importância média ou alta para esta atividade.

Em 2011, além da melhoria da qualidade dos bens e serviços como principal impacto das inovações para 84,9% das empresas, os impactos relacionados à redução de custos, tal como redução dos custos de trabalho (79,4%), redução dos custos de produção ou dos serviços prestados (79,0%) e redução do consumo de energia (64,4%) se destacaram.

Em 2011, 95,9% das empresas que realizaram atividades de P&D no setor de eletricidade e gás as fizeram de forma contínua. Tais empresas foram responsáveis por 98,6% dos dispêndios realizados. Entretanto, essa continuidade caiu para 91,6% em 2014, mesmo a atividade de eletricidade e gás sendo aquela com o maior percentual de empresas que realizaram atividades de P&D de forma contínua. Neste ano, tais empresas foram responsáveis por 98,6% dos dispêndios realizados nesta atividade, assim como em 2011. (PINTEC 2008 e 2014)

Segundo dados do Ministério da Fazenda, durante o período de 2001 a julho de 2017, o Brasil despendeu aproximadamente R\$ 98 bilhões e R\$ 42 bilhões em Ciência & Tecnologia e Energia, respectivamente, sendo R\$ 2,23 bilhões investidos em P&D em Energia. Desta forma, os gastos com C&T oscilaram entre 0,09% e 0,35% do PIB e com Energia, entre 0,01% e 1,36% do PIB. As variações anuais podem ser observadas no gráfico abaixo, o qual mostra uma disposição decrescente das despesas liquidadas da União com essas duas atividades, e uma tendência de variação constante dos gastos com Energia em relação ao PIB.



⁵ Fonte: SIAFI - STN/CCONT/GEINC

Segundo Relatório de Ciência da UNESCO (2015), nota-se que a maior parte dos gastos públicos em P&D no Brasil é encaminhada para universidades, como na maioria dos países. Não obstante, o fato da energia ser um setor-chave da economia não impediu o governo de cortar seus gastos em pesquisa energética de 2,1% para 1,1% do total entre 2000 e 2008, e novamente para 0,3% em 2012. Com o corte orçamentário de C&T e Energia em 2017, essa queda mostra-se muito mais significativa. As fontes de energia renovável têm sido a principal vítima desses cortes, uma vez que o investimento público tem se voltado cada vez mais para a exploração de petróleo e gás em águas profundas no sudeste do Brasil.

Observa-se ainda que o investimento mundial em energia somou cerca de US\$ 1,7 trilhão em 2016, ou 2,2% do PIB global, sendo 12% a menos que em 2015. Mesmo assim, os investimentos com o setor elétrico em todo o mundo superaram os realizados com petróleo, gás e carvão pela primeira vez. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, em inglês), a parcela de gastos com energia limpa atingiu 43% do investimento total em oferta, uma alta recorde.

⁵ A partir de dezembro de 2001, o Governo Federal instituiu, através de medida provisória, um conjunto de medidas com objetivo de gerenciar a crise energética, incluindo uma recomposição tarifária com adiantamentos de recursos do BNDES e, para evitar novos racionamentos, a compra de energia elétrica emergencial pela empresa estatal criada especialmente para esse fim, a CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial), no valor máximo de R\$ 16 bilhões. Desta forma, para melhor comparação visual, esse valor foi retirado da análise gráfica no ano de 2002.

O investimento global em eletricidade se manteve igual em 2016 (US\$ 718 bilhões), devido ao aumento dos gastos com redes elétricas. O investimento em capacidade instalada baseada em fontes renováveis, a maior área de gastos com eletricidade, caiu 3% para US\$ 297 bilhões. (Relatório Anual de Investimentos em Energia – IEA, 2017)

Em 2013, os dispêndios brutos em pesquisa e desenvolvimento (GERD, em inglês) mundial alcançaram PPC\$ 1.478 bilhões, em comparação a apenas PPC\$ 1.132 bilhões em 2007. Observa-se que esse número é menor que o aumento de 47% registrado no período anterior (2002-2007), mas ainda é um aumento significativo, que progrediu em um momento de crise. Com a GERD avançando muito mais rapidamente do que o PIB global, a P&D mundial aumentou de 1,57% (2007) para 1,70% (2013) do PIB. (Relatório de Ciência da UNESCO, 2015).

Verifica-se na última década uma tendência do setor público de desengajamento relativo à P&D em muitos países de renda alta, como Austrália, Canadá e EUA, por exemplo, e um crescente investimento em P&D por parte dos países de renda baixa. A título de exemplo, a Etiópia aproveitou algumas das taxas de crescimento mais rápidas no continente para aumentar a GERD de 0,24% (2009) para 0,61% (2013) do PIB. O Malawi aumentou sua própria taxa para 1,06%, e a Uganda, para 0,48% (2010), contra 0,33% em 2008. (Relatório de Ciência da UNESCO, 2015).

3.2 PESSOAL ENVOLVIDO EM ATIVIDADES DE P&D NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No que se refere aos recursos humanos envolvidos com as atividades internas de P&D em 2014, de acordo com a Pesquisa de Inovação Tecnológica realizada pelo IBGE, aproximadamente 110 mil pessoas, em equivalência de dedicação total⁶, estavam ocupadas em empresas inovadoras com dispêndios nestas atividades, sendo 531 nas empresas de eletricidade e gás. Em 2011, o total de envolvidos somou 103,3 mil pessoas, sendo 748 nas empresas de Eletricidade e gás. Deste modo, observa-se nestas empresas que houve uma diminuição de

⁶ Valor absoluto do pessoal ocupado em P&D, calculado considerando-se a soma do montante em dedicação exclusiva com o montante em regime parcial, este último ponderado pelo percentual de dedicação das pessoas ocupadas parcialmente.

29% no número de pessoas ocupadas nessas atividades entre 2011 e 2014. No total das pessoas ocupadas, houve acréscimo de 6,5%. Nas empresas de eletricidade e gás, 86,2% do pessoal ocupado nas atividades de P&D se dedicou de forma parcial. (PINTEC 2011 e 2014).

O tamanho da amostra da PINTEC 2014 foi dimensionado de forma a assegurar que o estimador do total de pessoal ocupado em cada estrato natural tivesse um coeficiente de variação de 12%, levando em consideração uma taxa de perda de 15%, conforme a tabela a seguir:

Quadro 3.1 - Número de empresas selecionadas na PINTEC, por estrato, segundo as atividades do setor de eletricidade e gás - Brasil - 2014

Atividade	Número de empresas selecionadas			
	Total	Estrato		
		Certo	Potencialmente inovadores	Sem indicação de potencial inovador
Total ⁷	17.171	5.786	7.662	3.723
Eletricidade e gás	96	63	8	25

Fonte: PINTEC 2014, IBGE.

A fim de contextualização, foi analisado o nível de qualificação relacionado ao tipo de ocupação (pesquisadores, técnicos e auxiliares) na PINTEC dos anos de 2011 e 2014. Observou-se que, em 2011, aproximadamente 65,3% das pessoas ocupadas nas atividades de P&D das empresas inovadoras possuíam ocupação de pesquisador, 26,4% de técnico e 8,4% de auxiliares. Ainda neste mesmo ano, das 71,5 mil pessoas ocupadas nas atividades de P&D que possuíam nível superior, 78,1% (55,8 mil pessoas) estavam ocupadas como pesquisadores. Do total de pesquisadores, 16,4% possuíam pós-graduação, enquanto este percentual foi de 17,2% para os pesquisadores com nível médio ou fundamental. Do pessoal ocupado como técnicos, 57,4% possuíam nível superior.

Em 2014, aproximadamente 63,4% das pessoas ocupadas nas atividades de P&D das empresas inovadoras possuíam ocupação de pesquisador, 28% de técnico

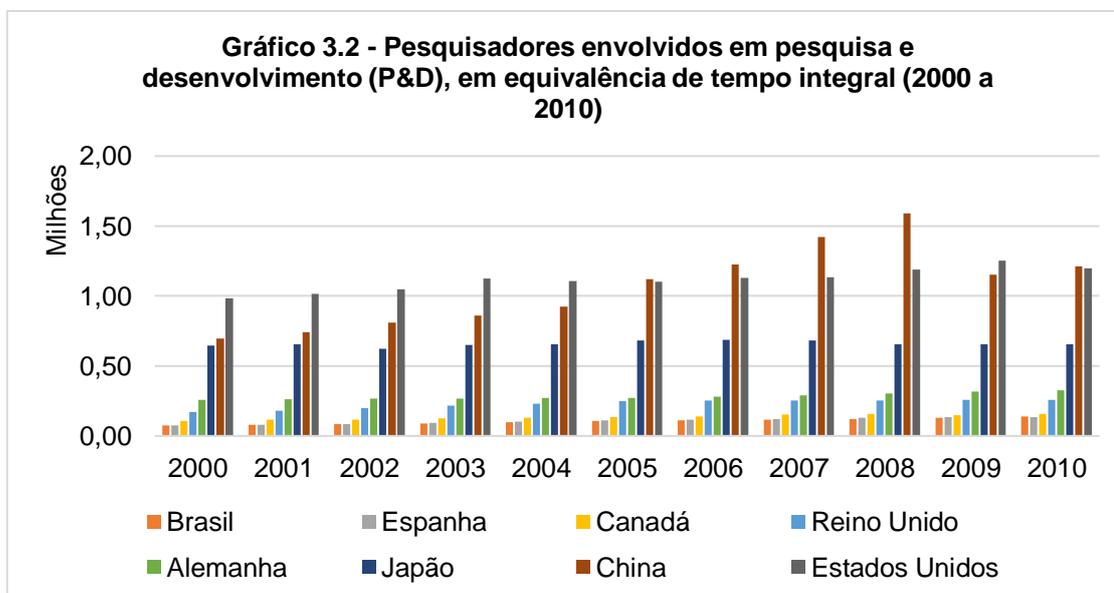
⁷ Inclui empresas de Eletricidade e gás, Indústria e Outros serviços selecionados.

e 8,6% de auxiliar. Comparando-se ao ano de 2011, constata-se uma diminuição na participação de pesquisadores e aumento na proporção de técnicos e auxiliares.

Das 82,5 mil pessoas de nível superior nas atividades de P&D em 2014, 76,5% (63,1 mil pessoas) estavam ocupadas como pesquisadores. Desse total, 16,1% possuíam pós-graduação, enquanto 13,7% possuíam nível médio ou fundamental. Dos ocupados como técnicos, 60,1% possuíam nível superior. Por conseguinte, percebe-se uma diminuição relativa do pessoal com nível superior ocupado como pesquisador e aumento relativo deste pessoal ocupado como técnico em relação a 2011.

Em 2011, as atividades de Eletricidade e gás concentraram 60,6% do pessoal ocupado em atividades de P&D⁸ que possuíam graduação, passando para 73,4% em 2014, dentre outros dois setores analisados: Indústria e Serviços selecionados. No que tange ao percentual de pós-graduados, o valor corresponde a 23,8% do total em 2011 e 12,1% em 2014. Além disso, observa-se que a parceria entre as empresas desse setor e outras empresas ou institutos foi o principal responsável pelo desenvolvimento da inovação implementada, correspondendo a 65,4% do total.

Através do gráfico abaixo, pode-se comparar o número absoluto de pesquisadores brasileiros envolvidos em P&D em equivalência de tempo integral entre 2000 e 2010 e o número de pesquisadores dos países que mais produzem artigos científicos no mundo.



Fonte: Banco de Variáveis de Ciência, Tecnologia & Inovação, MCTIC - 2013.

⁸ Em 2011, 71,5 mil pessoas ocupadas nas atividades de P&D possuíam nível superior, sendo 58,5% graduadas e 10,7% pós-graduadas. Em 2014, eram 82,5 mil pessoas de nível superior alocadas em atividades de P&D, sendo 61,4% graduadas e 10,2% pós-graduadas.

De acordo com o Relatório Mundial sobre Pesquisa (Elsevier, 2015), a maioria dos pesquisadores brasileiros ativos é sedentária (62,9%), ou seja, nunca publicaram com alguma afiliação fora do Brasil. Pesquisadores sedentários tendem a produzir pesquisas menos impactantes, alcançando um FWCI⁹ (Field-Weighted Citation Impact) de 0,76, ou 24% abaixo da média mundial. Em contraste, pesquisadores transitórios, que compõem apenas 28,6% do pesquisador total do Brasil base, obtém um FWCI de 2,13, ou mais que o dobro da média mundial.

3.3 PEDIDOS DE PATENTES

A conversão de pesquisa de base e aplicada em produtos industriais e comerciais tangíveis é essencial para manter a atividade de P&D de uma indústria ativa e equilibrada. Uma das fontes de inovação usadas pelas empresas do setor industrial, além da tecnologia industrial básica, é a transferência de tecnologia, a qual pode ser exemplificada por licenças e pedidos de patentes, além de contratos com universidades e centros de pesquisa.

Várias informações oferecem estímulos às empresas para seus projetos de inovação. Na etapa de desenvolvimento dessas inovações, as empresas podem desenvolver atividades que produzam novos conhecimentos (P&D) ou utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos incorporados nas patentes, máquinas e equipamentos, artigos especializados e softwares. O processo de inovar das empresas é influenciado pela capacidade que elas têm de absorver e combinar as informações necessárias. (PINTEC, 2008).

A hipótese é que os depósitos de patentes de invenção por residentes¹⁰ seriam uma boa aproximação para medir a eficiência dos gastos em P&D do setor elétrico, quando estas são utilizadas como indicador do produto da atividade de C&T. Isso se daria, pois, as estatísticas de patentes fornecem informações importantes a respeito do nível e da qualidade de uma determinada atividade tecnológica. A partir disso, esse capítulo busca analisar a possibilidade de geração de patentes através dos pedidos relacionados à “Energia Elétrica” e “Eletricidade” perante o Instituto Nacional da

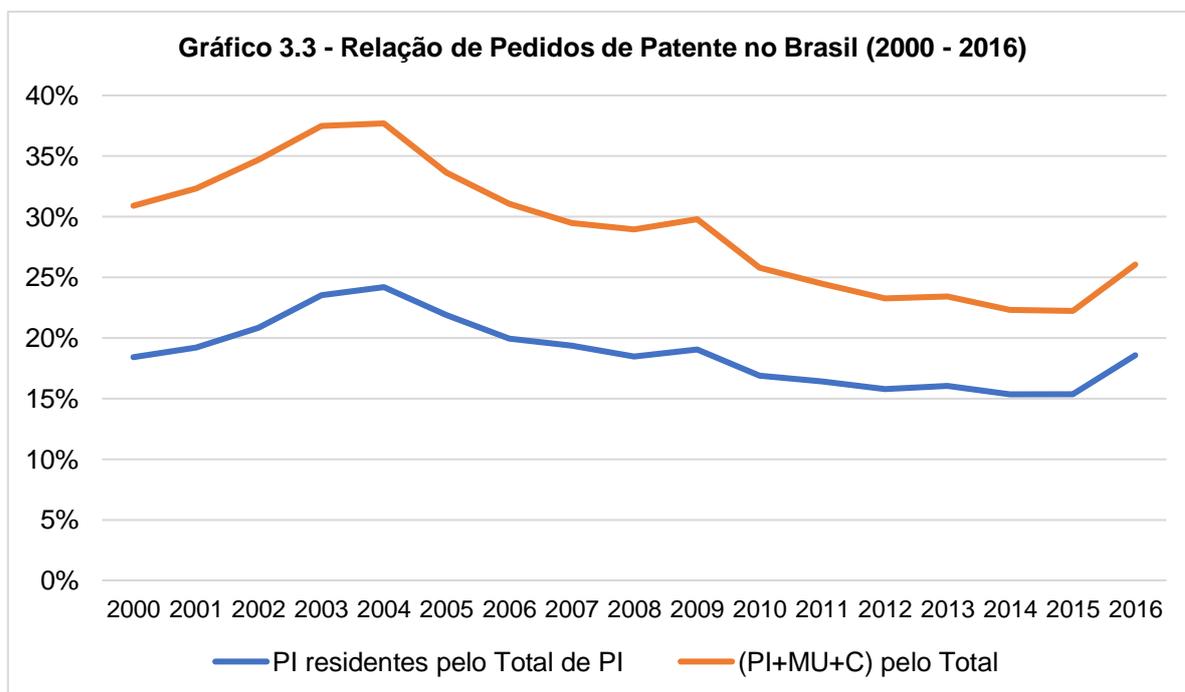
⁹ Esse índice é responsável por medir o impacto de citações científicas em nível mundial.

¹⁰ Optou-se por analisar os pedidos de patentes ao invés das concessões pelo fato de que o prazo de pendência médio entre a primeira ação em um escritório e decisão final de conceder ou não a patente é muito grande no Brasil - próximo de 100 meses. (Indicadores Mundiais de Propriedade Intelectual, WIPO 2017)

Propriedade Industrial - INPI, como forma de quantificar os resultados alcançados com o Programa de P&D do Setor Elétrico.

No caso geral brasileiro, somam-se 376.739 depósitos de patentes de invenção¹¹ entre os anos de 2001 e 2016, sendo 71.902 por residentes, contra 188.735 pedidos entre 1980 e 2000¹². Dos pedidos realizados, 50.259 foram concedidos no primeiro período.

Comparando a razão entre os pedidos de patentes de invenção por residentes, no período de 2000 a 2016, sobre o total de de pedidos de patentes (residentes e não-residentes) de invenção, e a razão entre os pedidos de patentes de invenção, modelos de utilidade e certificados de adição de invenção por residentes, sobre o total por residentes e não-residentes, verifica-se que a razão é maior entre as patentes em geral (28,11%) do que entre as patentes de invenção (19,08%), como observa o gráfico abaixo. Esse resultado aponta que os residentes no Brasil têm suas atividades concentradas em invenções de menor conteúdo tecnológico. (INPI e anuário estatístico IBGE).



Fonte: Anuário Estatístico INPI; WIPO.

¹¹ Foram computadas apenas patentes de invenção porque estas são as de maior conteúdo tecnológico, de acordo com o INPI.

¹² Período anterior ao Programa de obrigatoriedade de P&D do setor elétrico brasileiro.

Em termos globais, os inventores brasileiros representam apenas 0,26% das patentes arquivadas no mundo e apenas 0,10% das patentes concedidas. (Relatório Mundial sobre Pesquisa Elsevier, 2015).

A participação de depósitos relacionados ao tema deste estudo é de 1.612 pedidos entre 2001 e 2017, contra 603 entre 1980 e 2000. Identifica-se, portanto, um aumento significativo da média anual de pedidos de patentes alcançada no primeiro período analisado em relação ao segundo: 100,75 contra 30,15. (Anuário Estatístico INPI e WIPO).

Comparando a razão entre os pedidos de patentes de invenção, com temas relacionados à energia elétrica e eletricidade, no período de 2001 a 2016, sobre o total de de pedidos de patentes de invenção, modelos de utilidade e certificações, e a mesma razão no período de 1980 a 2000, verifica-se que a razão é maior entre os anos de 2001 e 2016 (91,31%) do que entre 1980 e 2000 (84,21%). Esse resultado aponta que os pedidos de patentes relacionados ao setor de energia elétrica têm um foco maior em invenções de conteúdo tecnológico. (Base de Patentes INPI).

De forma genérica, o número de pedidos de patentes relacionadas ao setor elétrico aumentou mais que proporcionalmente aos anos anteriores. Contudo, nem todas os pedidos foram aceitos e dentre os que foram, nem todos são utilizados produtivamente de maneira imediata, pois alguns desempenham apenas funções de segurança futura, garantindo a utilização posterior no mercado nacional pela empresa ou pessoa que os detém. Nada obstante, a ampliação por si só da média anual de pedidos de patentes, e também da relação de pedidos de invenção durante a efetividade do Programa de P&D da ANEEL já mostram resultado do esforço empenhado do setor no interesse de desenvolver esse campo.

3.4 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

O desempenho em pesquisa no setor elétrico brasileiro pode ser verificado através de números sobre a produção científica desse setor, com base na porcentagem de artigos, teses e dissertações com temas relacionados a este domínio e o total produzido no país.

No período de janeiro de 1981 a dezembro de 2000, foi identificado um somatório de 118 artigos, teses e livros referentes à temas relacionados à energia elétrica ou eletricidade, uma média de aproximadamente 6 produções por ano. Entre

janeiro de 2001 e dezembro de 2016, esse somatório foi de 5.672, o que representa uma média de aproximadamente 378 produções por ano.

A Universidade de São Paulo lidera todas as instituições de pesquisa brasileiras em termos de produção de pesquisa, seguida pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade de Campinas, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, respectivamente.

Os dados apresentados permitem observar a evolução da produção científica brasileira, mas quando comparados ao desempenho mundial, percebe-se que o Brasil contribuiu com apenas 2,55% da produção científica global entre 2010 e 2014. Ademais, as citações ao redor do mundo à artigos científicos brasileiros englobam apenas 1,88% do total, sendo que deste, quase um quarto provém de outros artigos brasileiros. (Relatório Mundial sobre Pesquisa Elsevier, 2015).

Apesar de na última década o Brasil ter conseguido aumentar o número de publicações científicas em mais de 100%, posicionando o país em 13º no ranking de maiores produções científicas, a relevância dos artigos não acompanhou esse crescimento. Em termos do impacto das citações, três das cinco principais instituições do Brasil alcançaram um Impacto de Citação Ponderada no Campo (FWCI, em inglês) entre 0,92 e 0,94. Um FWCI menor que 1,00 indica que as publicações foram citadas menos do que seria esperado com base na média mundial de publicações semelhantes. (Relatório Mundial sobre Pesquisa, Elsevier, 2015).

Ainda a níveis globais, nota-se que a colaboração entre pesquisadores nacionais compreende cerca de dois quintos do total de publicações no Brasil, a maior parcela dentre as categorias de colaboração, conforme gráfico abaixo. Entretanto, tais artigos são citados a taxas 40% menores à média mundial.

4. DESEMPENHO AGREGADO DO SETOR

O objetivo deste capítulo é averiguar como os gastos com Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico brasileiro se relacionam com os produtos iniciais desse processo: patentes e produção científica. A relação esperada entre os gastos com P&D e as patentes é de que quanto maiores os gastos em P&D, maior seria o número de inovações produzidas e conseqüentemente o número de patentes. A relação esperada entre os gastos com P&D e a produção científica seria a de que os gastos com P&D aumentaram o conhecimento disponível, que pode ser mensurado

pelo número de artigos, teses e dissertações científicas relacionadas ao setor em estudo.

4.1 GASTOS COM P&D E PEDIDOS DE PATENTES

Este tópico apresenta a relação entre gastos com P&D no setor elétrico brasileiro e patentes de invenção depositadas por residentes no Brasil. Esse indicador é uma aproximação da atividade tecnológica interna que pode ser obtida das estatísticas disponíveis sobre patentes.

Nota-se que há um grande foco do setor elétrico em projetos relacionados à gestão, operação e manutenção das empresas do setor. Esses projetos estão associados ao esforço que as empresas devem ter em aperfeiçoar a gestão e desempenho de seus ativos. No capítulo anterior foi mostrado que, dado o gasto de R\$ 42 bilhões no setor de Energia, as receitas das empresas do setor de energia elétrica suportaram, de 1998 até 2015, R\$ 6,35 bilhões dos investimentos em P&D. A partir disso, foram gerados 1.612 pedidos de patente relacionadas ao foco deste estudo, entre 2001 e 2016. Ou seja, a cada R\$ 4,3 milhões gastos com pesquisa em desenvolvimento, um pedido de patente é gerado, aproximadamente.

4.2 GASTOS COM P&D E A PRODUÇÃO CIENTÍFICA

No que tange ao número de publicações científicas relacionadas ao setor de energia elétrica, observa-se que dados os mesmos gastos com P&D expostos na seção anterior, foram gerados 5.672 artigos, teses ou livros com temas alusivos à energia elétrica. Ou seja, é preciso menos investimento para a produção de pesquisa do que de desenvolvimento, já que um artigo, tese ou livro é gerado a cada R\$ 1,1 milhão gasto em P&D no setor elétrico, aproximadamente.

Portanto, esse exercício constata que a obrigatoriedade de investimento em P&D do setor elétrico contribuiu em proporções mais elevadas para a maior participação brasileira na produção científica mundial, e menos no tocante à geração de patentes no país. É fato que existe uma distância entre as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia e os institutos de pesquisa e universidades que, em maioria, realizam os projetos de pesquisa e desenvolvimento, o que pode limitar o desenvolvimento de determinados projetos. Entretanto, atualmente existem organizações com o objetivo único de diminuir a distância entre empresas e

universidades. Então, por que se tem a impressão de que a produção de ciência desse setor não gera tecnologia suficiente no Brasil? A resposta talvez esteja relacionada ao fato de que essas empresas muitas vezes têm que ser estimuladas ou pressionadas para isso, por causa da falta de estímulo do mercado, e acabam contratando projetos que não contribuem efetivamente para o desenvolvimento do setor a fim de evitar sanções ou penalidades.

CONCLUSÃO

Este trabalho buscou trazer alguns resultados preliminares a respeito do desempenho do Programa de P&D regulado pela ANEEL na geração de patentes e produções científicas relacionadas à energia elétrica e eletricidade, durante o período de 2001 a 2016.

O grande número de projetos desenvolvidos e o investimento alocado podem demonstrar o sucesso do programa. Todavia, há ainda uma grande necessidade de criação de um ambiente que incentive o processo de inovação de forma a promover a inserção de tais projetos no mercado. Isso pode ser observado pelo fato da quantidade de pedidos de patentes não ter crescido na mesma proporção que a produção científica. É possível que grande parte dos projetos de P&D produza impacto apenas nas empresas do setor elétrico que estão envolvidas diretamente com eles, já que elas se beneficiam logo nos estágios iniciais da cadeia de inovação. Ou seja, encontra-se a necessidade de criar mecanismos com o objetivo de entusiasmar principalmente a participação de fornecedores nos projetos.

Ademais, as instituições acadêmicas, como principais produtoras da ciência nessa área, poderiam estruturar um sistema de elaboração de projetos consistentes com a áreas tecnologicamente mais disruptivas, como forma de superar as tecnologias já existentes no mercado.

Por conseguinte, dada a análise dos resultados apresentados anteriormente, constatou-se que a obrigatoriedade de investimento em P&D do setor elétrico gerou contribuições proporcionalmente maiores no que tange à produção científica em áreas correlatas ao setor e à melhora da participação do país na produção científica mundial, mesmo que a maioria dos trabalhos ainda seja pouco citada globalmente, e uma contribuição proporcionalmente menor quanto à geração de patentes relacionadas à áreas correlatas deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. P&D no Setor Elétrico Programa de P&D regulado pela ANEEL. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656831/14942679/ANEEL-PeD-ABAQUE-Novembro2015.pdf/4a06dfa3-9b41-47b0-a4d6-19550027650d>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Procedimentos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento – PROP&D Módulo 2 – Diretrizes Básicas. 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/039/documento/proped_-_anexo_i_-_modulo2_-_minuta.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

BIN, Adriana et al. From R&D to innovation: challenges for the Brazilian electricity sector. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 3, p. 552-564, 2015.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portal de Periódicos. 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 9 set. 2017.

COMINATO BOER, Denile; SALLES-FILHO, Sergio LM; BIN, Adriana. R&D and innovation management in the brazilian electricity sector: the regulatory constraint. *Journal of technology management & innovation*, v. 9, n. 1, p. 44-56, 2014.

DE MARTINO JANNUZZI, Paulo. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública*, v. 36, n. 1, p. 51-72, 2002.

DE SOLLA PRICE, Derek; GÜRSEY, Suha. Studies in Scientometrics I Transience and Continuance in Scientific Authorship. *Ciência da Informação*, v. 4, n. 1, 1975.

ELSEVIER. Relatório Mundial sobre Pesquisa. 2015. Disponível em: <http://cdn.elsevier.com/promis_misc/ELS-WOR2015.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

FIGUEIREDO, Calebe de Oliveira; ALVARENGA, Gustavo Varela; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Impactos econômicos e tecnológicos do programa de P&D regulado pela ANEEL. In: POMPERMAYER, Fabiano Mezadre; DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel. 2011. p. 89-118.

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia. 2017. Disponível em: <<http://fndct.mcti.gov.br/informacoes-gerais>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

GARFIELD, E. Quantitative analysis of the scientific literature and its implications for science policymaking in Latin America and the Caribbean. Bulletin of PAHO, v. 29, n. 1, p. 87-95, 1995.

GRANT, Robert M. Toward a knowledge-based theory of the firm. Strategic management journal, v. 17, n. S2, p. 109-122, 1996.

GUELLEC, Dominique et al. Patent as a market instrument. ULB--Universite Libre de Bruxelles, 2007.

HALL, Bronwyn H.; LERNER, Josh. The financing of R&D and innovation. Handbook of the Economics of Innovation, v. 1, p. 609-639, 2010.

HALL, Bronwyn H.; ROSENBERG, Nathan (Ed.). Handbook of the Economics of Innovation. Elsevier, 2010.

HANLIN, Rebecca. The Oxford Handbook of Innovation Jan Faberberg, David C. Mowery and Richard R. Nelson (2006). International Journal of Technology Management and Sustainable Development, v. 6, n. 2, p. 167-168, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Pesquisa de Inovação – PINTEC – até 2014. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 set. 2017.

IEA – Agência Internacional de Energia. Relatório Anual de Investimentos em Energia. 2017. Disponível em: <http://www.iea.org/bookshop/759-World_Energy_Investment_2017>. Acesso em: 8 nov. 2017.

IEA – Agência Internacional de Energia. World Energy Outlook. 2017. Disponível em: <http://www.iea.org/bookshop/750-World_Energy_Outlook_2017>. Acesso em: 9 nov. 2017.

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Base de Pedidos de Patente. 2017. Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Indicadores de Propriedade Industrial. 2017. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/arquivos/indicadores_pi/indicadores-de-propriedade-industrial-2017.pdf>. Acesso em: agosto de 2017

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Manual para Depositantes de Patentes. 2015. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>>. Acesso em: agosto de 2017.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Comunicados do IPEA. Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel. Brasília, n. 152, 3 de julho, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3566/1/Comunicados_n152_Inova%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

JAFFE, Adam B.; LERNER, Josh. Innovation and its discontents. Innovation policy and the economy, v. 6, p. 27-65, 2006.

MALERBA, Franco. Public policy and industrial dynamics: an evolutionary perspective. European Commission, 1996.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and corporate change*, v. 6, n. 1, p. 83-118, 1997.

OECD. Frascati Manual. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development. 2002.

MATUTES, Carmen; REGIBEAU, Pierre; ROCKETT, Katharine. Optimal patent design and the diffusion of innovations. *The RAND Journal of Economics*, p. 60-83, 1996.

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. Banco de Variáveis de Ciência, Tecnologia & Inovação. 2013. Disponível em: <http://indicadoresvar.mctic.gov.br/tabelaPaises.php?idioma=pt_br&var=paises&vari d=MSTI.TP_RS&from=indicadores>. Acesso em: 8 nov. 2017.

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Setor de Energia no período de 2016 a 2019. 2016.

Ministério da Fazenda - SIAFI - STN/CCONT/GEINC. Despesa da União por Função. 2017. Disponível em: <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/-/series-historicas>>. Acesso em: 9 set. 2017.

MORTENSEN, Peter Stendahl et al. Oslo Manual-Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD, 2005.

NAGAOKA, Sadao; MOTOHASHI, Kazuyuki; GOTO, Akira. Patent statistics as an innovation indicator. *Handbook of the Economics of Innovation*, v. 2, p. 1083-1127, 2010.

NELSON, Richard R.; SIDNEY, G. Winter. 1982. An evolutionary theory of economic change. 2005.

PRAT, Anna Maria. Avaliação da produção científica como instrumento para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, 1998.

SALLES-FILHO, Sergio. Por um novo marco regulatório para o P&D ANEEL. *REVISTA de P&D*, Brasília, 7ª ed., p. 9-11, 2017. ISSN 1981-9803.

SCHUMPETER, Joseph A. Teoria do desenvolvimento econômico. Fundo de Cultura, 1961.

SMITH, K. H. Measuring innovation. 2005.

SZCZEPANSKI, Letícia. A pesquisa e o desenvolvimento no setor de energia elétrica brasileiro: sua eficiência e influência no desempenho empresarial das companhias do setor. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

UNESCO. Relatório UNESCO sobre Ciência – Rumo a 20130. 2015. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=http%3A%2F%2Fwww.secti.pe.gov.br%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F04%2FUnesco_relatorio.pdf&btnG>. Acesso em: 9 nov. 2017.

WHITE, Howard D.; MCCAIN, Katherine W. *Bibliometrics. Annual review of information science and technology*, v. 24, p. 119-186, 1989.

WIPO – World Intellectual Property Organization. *Statistical Country Profiles*. 2016. Disponível em: <http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/profile.jsp?code=BR>. Acesso em: 10 out. 2017.