

POLÍTICAS TECNOLÓGICAS E O SETOR DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DO PROGRAMA DE P&D DA ANEEL E DO PROGRAMA DE SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO DA FINEP

Welinton Conte Ferreira, Universidade Federal Fluminense, E-mail: welintonconte87@gmail.com

Overview

Inserido num cenário de aumento da demanda por eletricidade, de preocupação com as mudanças climáticas e de esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), o governo brasileiro vem incentivando nos últimos anos a contratação de fontes renováveis de energia, com destaque para a fonte eólica. Entre 2009 e 2015 foram contratados via leilões cerca de 15 GW de energia eólica no Brasil. Com o intuito de maximizar os benefícios da energia eólica o governo brasileiro está buscando não apenas expandir seu uso, mas também desenvolver a indústria eólica local. Para tanto, o país vem utilizando uma série de políticas que podem ser classificadas como políticas de estruturação de mercado, políticas industriais e políticas tecnológicas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar duas das principais políticas tecnológicas nacionais que atuam no setor eólico - o Programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Programa de Subvenção à Inovação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) - de modo a verificar a importância dessas duas políticas no desenvolvimento da indústria eólica nacional. O que se observou foi que ambas as políticas tiveram uma atuação tímida no setor eólico e se mostraram desarticuladas tanto com outras políticas de apoio a indústria eólica quanto com o objetivo do governo em desenvolver uma indústria eólica de grande porte.

Keywords – Energia Eólica; Políticas Tecnológicas.

1. Introdução

A atenuação das mudanças climáticas e a adaptação aos seus efeitos são os principais desafios da humanidade no início deste século. O progresso econômico e científico, que contribuiu decisivamente para a solução de problemas históricos e aumentou o nível de bem-estar da população nas últimas décadas, teve como consequência as dificuldades ambientais que se apresentam atualmente. Mais do que nunca, a sociedade global depende da geração de eletricidade, do transporte de passageiros e mercadorias e da produção de alimentos, todas envolvendo a emissão de gases do efeito estufa (GEE) que contribuem para a elevação da temperatura global. Segundo o relatório Stern (2007), se a trajetória econômica permanecer tal como está, haverá uma elevação da temperatura global de 5 a 6° C, ocasionado assim uma possibilidade real de queda do PIB global de 5 a 20% ao ano até 2050.

A crescente preocupação da comunidade internacional com as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de GEE levou à intensificação da busca por alternativas que pudessem suprir as necessidades econômicas e, acima de tudo, gerassem menos impactos ambientais. Dentre as medidas apresentadas as mais populares são aquelas baseadas no desenvolvimento das fontes renováveis de energia, em especial a energia eólica, fonte renovável de energia mais instalada no mundo em 2015 (REN21, 2016).

Nos últimos anos vários países investiram na geração eólica. Visando maximizar os benefícios desta fonte, diversos países adotaram estratégias buscando desenvolver a indústria eólica local, com destaque para a produção local do aerogerador (turbina eólica) e seus componentes. Segundo Lewis e Wiser (2007), o estímulo ao desenvolvimento da indústria eólica local pode ser feito por meio de medidas de apoio diretas e indiretas. As medidas de apoio diretas são aquelas que incentivam diretamente a produção dos aerogeradores e seus componentes, podendo ser divididas entre políticas industriais e tecnológicas. Já as medidas de apoio indiretas são aquelas responsáveis pela estruturação da demanda de energia eólica.

Assim como feito em outros países, o Brasil adotou nos últimos anos medidas de política industrial, tecnológica e de estruturação de mercado visando desenvolver a indústria eólica local. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar duas das principais políticas tecnológicas nacionais que atuam no setor de energia eólica, quais sejam: o Programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Programa de Subvenção à Inovação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). O trabalho pretende analisar os projetos de energia eólica apoiados pelos dois programas de modo a verificar a importância de ambos os programas no desenvolvimento da indústria eólica nacional.

Assim sendo, o trabalho está dividido em cinco seções, incluída a presente introdução. A seção 2 apresenta um resumo da evolução do setor eólico no Brasil. Já as seções 3 e 4 analisam os projetos, respectivamente, do Programa de P&D da ANEEL e do Programa de Subvenção à Inovação da FINEP. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. O Setor de Energia Eólica no Brasil

O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2001, que levou em consideração a tecnologia eólica da época e fez medições a uma altura de 50 metros, estimou o potencial eólico nacional em 143 GW (CEPEL, 2001). Atualmente, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-Clima)¹ está realizando uma pesquisa cujo objetivo é reavaliar o potencial eólico nacional levando em consideração a tecnologia eólica atual, como a presença de torres eólicas de 100 metros de altura. O instituto estima que o potencial eólico *onshore* brasileiro pode chegar a 880,5 GW, sendo 522 GW tecnicamente viáveis² (Pereira, 2016).

Ao longo dos últimos anos o Brasil tem buscado incentivar a geração de energia eólica, como podemos observar através do Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica) criado em 2001, do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) criado em 2002 e, mais recentemente, através dos leilões governamentais de energia. Apesar do Proeólica³ e do Proinfa⁴ não terem obtido o sucesso esperado, o Brasil vem apresentando desde 2009 um grande volume de projetos eólicos contratados através dos leilões governamentais. Entre 2009 e 2015 foram contratados cerca de 15 GW de potência eólica através dos leilões e, devido esta crescente contratação, o Brasil alcançou em novembro de 2016 um potencial eólico instalado de 10,34 GW⁵ (Abeeólica, 2016).

A partir de 2009 houve uma tendência crescente de contratação de energia eólica no Brasil em função de fatores como o ganho de competitividade da fonte⁶, o aumento da demanda local por eletricidade e o objetivo do governo em expandir a matriz elétrica nacional utilizando, principalmente, fontes renováveis de energia. Essa crescente contratação da energia eólica a partir de 2009, juntamente com a desaceleração da contratação eólica em importantes mercados no exterior e a adoção pelo governo brasileiro de medidas de política industrial visando incentivar o crescimento da indústria eólica local, como isenções fiscais, incentivos financeiros e a Política de Conteúdo Local (PCL) do BNDES, foram os principais motivos para a atração de empresas para a indústria eólica local.

Para se ter uma ideia da evolução da indústria eólica nacional nos últimos anos, até 2009 o Brasil contava com a presença de apenas duas montadoras de aerogeradores (Wobben e Impsa) e duas produtoras de pás eólicas (Tecsis e Wobben). Atualmente, o país conta com a presença de oito montadoras (Wobben, Alstom, Gamesa, Vestas, Siemens, Acciona, General Electric e WEG) e quatro empresas produtoras de pás eólicas (Tecsis, Wobben, LM e Aerys).

¹ Este estudo envolve a cooperação de várias instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Entre elas estão a Universidade Federal de Itajubá (Unifei), a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), o CENPES (Petrobras), a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade de Oldemburgo, da Alemanha, além do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

² Segundo o Balanço Energético Nacional 2016 (EPE, 2016), a capacidade total instalada de geração de eletricidade no Brasil em 2015 era de aproximadamente 140.858 MW. Esse valor é bem inferior aos 522 GW de potência eólica *onshore* que o país possui segundo pesquisa do INCT-Clima, o que mostra a relevância do potencial eólico nacional.

³ O Proeólica, foi criado em 2001 e seu objetivo era a implantação de 1.050 MW de potência eólica interligada ao SIN até dezembro de 2003, promovendo o aproveitamento desta fonte como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental e promovendo a complementaridade sazonal com os fluxos hidrológicos nos reservatórios do Sistema Interligado. No entanto, nenhum projeto foi contratado devido a problemas como o fato do valor de referência adotado no programa não ser capaz de cobrir os custos da geração eólica (Wachsmann e Tolmasquim, 2003).

⁴ O Proinfa foi instituído com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica gerada a partir de empreendimentos baseados na fonte eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas no SIN. O Proinfa foi responsável pela contratação de 1.422,9 MW de potência eólica (Melo, 2014).

⁵ O crescimento da contratação de energia eólica no Brasil tem sido tão significativa nos últimos anos que em 2015 o Brasil foi o quarto país que mais adicionou capacidade de geração eólica, terminando aquele ano como o 10º país do mundo em termos de capacidade eólica total instalada (REN21, 2016).

⁶ Atualmente a energia eólica é a segunda fonte mais competitiva no Brasil, ficando atrás apenas das grandes hidrelétricas.

A entrada de empresas no mercado eólico brasileiro foi fortemente incentivada por algumas medidas de política industrial adotadas por agentes do governo, com destaque para a PCL do BNDES. Através da linha FINAME o BNDES fornece para a construção de parques eólicos financiamento com prazos maiores e taxas menores do que as disponíveis no mercado. No entanto, o BNDES estabelece como requisito para a concessão de financiamento que os desenvolvedores de parques eólicos demandem os aerogeradores de empresas (montadoras) cadastradas junto ao banco. Para as montadoras se cadastrarem elas devem atender ao índice de conteúdo local estabelecido pelo BNDES. Devido à preferência dos desenvolvedores de parques eólicos pelo financiamento do BNDES, há um incentivo para as montadoras de aerogeradores se adequarem às exigências de conteúdo local do banco⁷.

Inicialmente o BNDES estabelecia um conteúdo local de 60% para todo o aerogerador, o que resultou na internalização da produção, basicamente, de componentes de menor sofisticação tecnológica, como a torre e as pás⁸. Visando incentivar a internalização de componentes tecnologicamente mais sofisticados do aerogerador, principalmente aqueles localizados na nacelle, o BNDES modificou sua metodologia de conteúdo local em 2013. A nova metodologia apresentava metas progressivas de nacionalização de forma individualizada para cada um dos componentes do aerogerador (torre, pás, nacelle e cubo). Desta forma, a nova PCL do BNDES passou a incentivar a produção nacional de todos os componentes do aerogerador, com destaque para os equipamentos tecnologicamente sofisticados presentes na nacelle.

O aumento da contratação de energia eólica e a adoção de medidas de política industrial incentivaram o crescimento da produção nacional de aerogeradores e seus componentes. No entanto, para manter a competitividade da fonte eólica e garantir a sobrevivência da indústria eólica local é essencial que se incentive à criação de uma cadeia produtiva nacional competitiva e, para isso, é necessário o apoio ao desenvolvimento tecnológico visando reduzir a dependência tecnológica e promover o desenvolvimento de competências nacionais no setor eólico (CGEE, 2012).

Segundo Melo (2014), a competição e a inovação são fatores cruciais para desenvolver uma indústria eólica competitiva. No que se refere à competição, quanto maior o número de fabricantes locais de aerogerador, maiores tendem a ser a demanda sobre a cadeia produtiva nacional e os investimentos na produção e no desenvolvimento tecnológico. Com relação a inovação, é importante destacar que o custo do aerogerador representa cerca de 75% do custo total de um parque eólico. Sendo assim, para o Brasil melhorar sua competitividade e garantir a sustentabilidade de longo prazo da fonte eólica é necessário aumentar a competitividade nos custos de produção dos aerogeradores. Portanto, é imprescindível que se incentive o desenvolvimento tecnológico, seja através de investimentos em P&D e Inovação ou através da manutenção de uma relativa abertura do país para receber investimentos externos (Melo, 2014).

Dado este contexto é importante destacar que não há no Brasil políticas tecnológicas voltadas especificamente para o setor eólico. No entanto, há alguns programas voltados para Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (P,D&I) que desenvolvem projetos ligados à energia eólica, com destaque para o Programa de P&D da ANEEL e o Programa de Subvenção à Inovação da FINEP. Sendo assim, analisaremos nas próximas duas seções os projetos apoiados por esses programas de modo a verificar a importância de ambos os programas para o desenvolvimento da indústria eólica nacional.

3. Programa de P&D da ANEEL

De acordo com regulamentos da ANEEL, as concessionárias de serviços públicos de distribuição, transmissão ou geração de energia elétrica, as permissionárias de distribuição de energia elétrica e as autorizadas à produção independente de energia elétrica, excluindo-se aquelas que geram energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, cogeração qualificada e pequenas centrais hidrelétricas, devem aplicar, anualmente, um percentual mínimo de sua receita operacional líquida em

⁷ Como destaca Melo (2013), praticamente não há mercado para os fabricantes de aerogeradores não cadastrados na PCL do BNDES, uma vez que os custos de financiamentos variam da ordem de quatro pontos percentuais, o que é bastante significativo quando se trata de um setor com elevado nível de competição.

⁸ A internalização da produção das torres e das pás foi facilitada ou incentivada devido as seguintes características: (i) ambos os componentes exigem um menor conhecimento para produção quando comparados aos componentes da nacelle; (ii) ambos os componentes possuem dificuldades de transporte devido ao elevado peso e a grande dimensão, logo a produção local reduz os custos e os problemas de logística; e (ii) os dois componentes possuem uma elevada participação no custo total do aerogerador, o que facilitava o atendimento do conteúdo local inicialmente exigido pelo BNDES.

projetos de P&D no setor elétrico⁹. Segundo a ANEEL (2012), tais projetos de P&D devem ser de natureza criativa ou empreendedora e devem se destinar à geração de conhecimento ou à aplicação inovadora de conhecimento existente, inclusive para investigação de novas aplicações. Ademais, esses projetos podem ser desenvolvidos individualmente pelas empresas ou de forma cooperativa com outras empresas, com instituições públicas ou privadas de ensino ou pesquisa, com empresas de consultoria e com fabricantes de materiais e equipamentos, sendo a ANEEL o agente que avalia e fiscaliza a execução dos projetos de modo a aprovar os investimentos realizados (ANEEL, 2012).

O trabalho de Silva et al (2009) mostrou que até 2008 as empresas utilizavam o programa de P&D da ANEEL de modo a fomentar suas necessidades de curto prazo, o que fazia com que os recursos não fossem aplicados nas áreas mais importantes para o setor elétrico¹⁰. Já o trabalho de Quandt et al (2008) indicou que os investimentos decorrentes deste programa eram mais direcionados ao atendimento da obrigatoriedade legal do que à produção de impactos positivos para a sociedade ou de resultados estratégicos para as organizações. No que se refere à energia eólica, o trabalho de Camillo (2013) destacou que entre 2000 e 2008 houve um evidente descompasso entre os projetos de energia eólica realizados pelo programa e a indústria eólica de grande porte projetada pelo governo através do Proinfa, dado que poucos projetos sobre energia eólica de grande porte foram selecionados no período.

Dadas as questões apresentadas acima, a ANEEL através da Resolução Normativa nº 316/2008 modificou seu programa de P&D e passou a utilizar as chamadas temáticas. A partir da implementação das chamadas temáticas em 2008 a ANEEL passou a definir critérios para que os investimentos em P&D fossem orientados para temas estratégicos ou prioritários, buscando desta forma estimular o surgimento de inovações tecnológicas relevantes para o setor elétrico brasileiro. Desta forma, a partir de 2008 todos os projetos de P&D da ANEEL deveriam ser enquadrados em temas e subtemas considerados prioritários e criados pela ANEEL¹¹ (ANEEL, 2012). Devemos destacar que projetos de P&D em energia eólica se inserem em alguns dos temas criados pela ANEEL, com destaque para o tema sobre Fontes Alternativas de Geração de Energia Elétrica.

Os temas e subtemas estratégicos buscam abordar projetos de grande relevância para o setor elétrico nacional e para o país. De um modo geral, são projetos que demandam elevado esforço em termos científicos e tecnológicos e que, ademais, possuem dificuldade para serem realizados de forma individual, pois tais projetos necessitam de esforços conjuntos e coordenados entre empresas e outras instituições e exigem uma elevada quantidade de recursos financeiros.

O Programa de P&D da ANEEL apresentou, portanto, duas fases. Na primeira fase do programa, que compreende o período do ciclo 1998/1999 ao ciclo 2006/2007, foram destinados apenas R\$5,8 milhões a projetos na área de energia eólica, o que corresponde a 0,36% do volume de investimento realizado nesse período pelo programa, que foi de R\$ 1,6 bilhão (ANEEL, 2013). A partir de 2008, com a adoção das chamadas temáticas, o Programa de P&D da ANEEL passou a direcionar recursos para projetos considerados estratégicos, como é o caso da energia eólica.

Entre 2008 e 2015 foram apresentados aproximadamente 2400 projetos para enquadramento no programa de P&D da ANEEL, sendo que 47 projetos eram ligados ao setor de energia eólica e demandavam um investimento de R\$258 milhões. A ANEEL demonstrou interesse em cerca de 1700 projetos neste período, com valor total de aproximadamente R\$4,8 bilhões. Dos 47 projetos ligados a energia eólica apresentados no período, 4 foram rejeitados, 15 a ANEEL ainda não informou interesse ou o projeto está em avaliação e 28 foram selecionados. Portanto, dos 1700 projetos selecionados pela ANEEL entre 2008 e 2015 apenas 28 eram ligados ao setor de energia eólica. Os 28 projetos ligados ao setor de energia eólica e selecionados pelo Programa de P&D da ANEEL estão descritos na tabela 1.

⁹ A regulamentação da obrigatoriedade de investimento em P&D pelas empresas do setor elétrico se apresenta na Lei nº 9.991 de 24 de julho de 2000, alterada pelas Leis nº 10.438 de 26 de abril de 2002, nº 10.848 de 15 de março de 2004, nº 11.465 de 28 de março de 2007, nº 12.111 de 09 de dezembro de 2009 e nº 12.212 de 20 de janeiro de 2010 (ANEEL, 2012).

¹⁰ Infelizmente não foi possível obter junto a ANEEL os dados sobre os projetos apoiados antes de 2008.

¹¹ Os onze temas destacados pela ANEEL são: (i) Fontes Alternativas de Geração de Energia Elétrica; (ii) Geração Termoeletrica; (iii) Gestão de Bacias e Reservatórios; (iv) Meio Ambiente; (v) Segurança; (vi) Eficiência Energética; (vii) Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica; (viii) Operação de sistemas de Energia Elétrica; (ix) Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas de Energia Elétrica; (x) Qualidade e Confiabilidade dos Serviços de Energia Elétrica; (xi) Medição, faturamento e combate a perdas comerciais; e (xii) Outros.

Empresa	Título do Projeto	Custo do Projeto	Ano
Ampla Energia e Serviços S/A	Desenvolvimento de projeto, protótipo e cabeça de série de turbina eólica de eixo vertical para uso em ambiente urbano.	R\$ 882.600,00	2009
Ampla Energia e Serviços S/A	Desenvolvimento de projeto, protótipo e cabeça de série de dispositivo para interconexão de geradores eólicos na rede pública para a faixa de 1 a 5 kW.	R\$ 439.450,00	2009
Petróleo Brasileiro S/A	Compensador Dinâmico de Reativos Aplicado à Geração Eólica (STATCOM-BR).*	R\$ 2.736.829,20	2010
Companhia Energética Potiguar S.A.	Desenvolvimento de Sistema de Avaliação de Potencial Eólico (SAPE) composto de metodologia e ferramenta computacional.	R\$ 376.590,50	2010
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	Sistema de Previsão de Ventos e Geração Eólica em Sítios do NE.	R\$ 1.434.886,31	2010
Ampla Energia e Serviços S/A	Desenvolvimento e construção de protótipo de Gerador Eólico-Solar.	R\$ 416.300,00	2010
Tractebel Energia S/A	Desenvolvimento de tecnologias de previsão de geração de energia elétrica para parques eólicos em operação.	R\$ 3.028.616,20	2011
Companhia Paulista de Força e Luz	DE0042 - sistema híbrido solar/eólica.	R\$ 6.762.330,00	2011
Petróleo Brasileiro S/A	Aperfeiçoamento de Modelo para Avaliação de Potencial Eólico Offshore.	R\$ 3.998.382,02	2011
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	Desenvolvimento do Projeto e Construção de um Protótipo de Gerador Eólico Magnus de Velocidade Variável.	R\$ 853.319,25	2011
Energética Barra Grande S/A	Sistema integrado de iluminação baseado em LEDs de alto brilho com alimentação por sistema híbrido: placas fotovoltaicas, miniaerogeradores e energia elétrica da rede de distribuição.	R\$ 440.676,00	2011
Hidroelétrica Panambi S/A.	Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação do Potencial Eólico para Terrenos Complexos Visando Geração Distribuída.	R\$ 369.338,00	2012
Petróleo Brasileiro S/A	Aprimoramento de Aerogerador de 2MW para Adequação às Condições Eólicas Brasileiras.*	R\$ 14.550.931,96	2012
Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	Avaliação do impacto de distintos tipos de baterias de íon-Li conectadas à rede de distribuição e à parques de geração solar e eólica em uma rede inteligente.	R\$ 2.610.075,15	2012
Monjolinho Energética S/A	Avaliação da complementaridade entre fontes solar fotovoltaica e eólica no nordeste brasileiro.	R\$ 643.300,00	2012
Duke Energy International, Geração Paranapanema S/A.	Riscos de Mercado na Comercialização de Energia: Uma abordagem via Complementação Energética e Gestão de Portfólio de Projetos, considerando a mitigação de incertezas da Geração Eólica.	R\$ 878.499,36	2012
Furnas Centrais Elétricas S/A.	Aplicabilidade de nova tecnologia de extração de energia do vento para turbina eólica vertical, utilizando pás dobráveis e articuladas.	R\$ 1.443.082,50	2013
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A.	Ensaio e modelagem da resistência à fadiga eólica da montagem grampo de suspensão/ cabo para condutores de alumínio submetidos a altos níveis de eds.*	R\$ 3.173.996,00	2013
Queiroz Galvão Energética S/A.	Desenvolvimento de Metodologias de Medição e Simulação de Vento Integradas à Otimização Operacional e Financeira de um Parque Eólico em Operação no Brasil.	R\$ 2.402.248,24	2013 (Cham. 17)
Celesc Distribuição S.A.	Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica para Geração Distribuída.	R\$ 10.747.270,00	2013 (Cham. 17)
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	Análise e desenvolvimento de torre eólica com altura maior ou igual a 120 m.*	R\$ 35.730.291,67	2013 (Cham. 17)
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	Desenvolvimento de uma pá otimizada para rotores eólicos de diâmetro superior a 100 metros utilizando materiais de alto desempenho.*	R\$ 34.098.678,57	2013 (Cham. 17)
CEMIG Geração e Transmissão S/A	Torres treliçadas em perfis tubulares em aço patinável, sem costura, laminado a quente, para aerogeradores.*	R\$ 6.045.860,00	2013
Centrais Elétricas do Rio Jordão S/A	Desenvolvimento experimental de controle modular para operação em paralelo de aerogeradores savonius e painéis fotovoltaicos com conexão à rede AC.	R\$ 1.348.985,00	2013
Tractebel Energia S/A	Desenvolvimento e certificação de aerogerador nacional de 3,3 MW de acoplamento direto, com gerador síncrono de ímãs permanentes e conversor de potência plena.*	R\$ 74.209.904,00	2013 (Cham. 17)
Rio Amazonas Energia S.A.	Integração de solar fotovoltaica a central eólica - simulações e medidas experimentais.	R\$ 360.000,00	2014
Copel Geração e Transmissão S.A.	Seleção inteligente de portfólios de projetos eólicos e de pequenas centrais hidrelétricas.	R\$ 1.327.276,72	2014
Furnas Centrais Elétricas S/A.	Estudo e Implantação de Rede TIB - Tecnologia Industrial Básica Aplicada ao segmento Eólico (base tecnológica nacional para avaliação, otimização e garantia da qualidade no segmento eólico).*	R\$ 12.641.252,00	2015

Tabela 1 – Projetos do Programa de P&D da ANEEL ligados ao setor de energia eólica
**Projetos ligados ao desenvolvimento de turbinas eólicas de grande porte e seus componentes.*

Os 28 projetos ligados à fonte eólica e selecionados pelo programa de P&D da ANEEL entre 2008 e 2015 correspondem a um investimento de aproximadamente R\$224 milhões, ou seja, cerca de 4,7% do total concedido pelo programa da ANEEL no mesmo período. Tal valor é considerado baixo dado o estágio atual de desenvolvimento da indústria eólica nacional e a importância da fonte eólica para a matriz energética nacional. No entanto, tal valor é muito superior aos R\$5,8 milhões concedidos na primeira fase do programa.

Um dos motivos para o aumento da participação do setor eólico no programa de P&D da ANEEL foi a realização da chamada temática nº17 de 2013, intitulada “Desenvolvimento da Tecnologia Nacional de Geração Eólica”, cujo objetivo era incentivar o desenvolvimento tecnológico da indústria eólica nacional. Através dessa chamada temática foram contratados cinco projetos, sendo três deles ligados ao desenvolvimento de aerogeradores de grande porte e seus componentes, um ligado ao desenvolvimento de metodologia de medição e simulação de vento integrada à otimização operacional e financeira de um parque eólico e um último projeto que buscava desenvolver uma tecnologia nacional de geração eólica de pequeno porte. Os cinco projetos somaram um valor total de recursos de aproximadamente R\$148 milhões, ou seja, representam cerca de 66% do total investido pelo programa de P&D da ANEEL no setor de energia eólica entre 2008 e 2015.

É importante destacarmos que dos cinco projetos contratados pela chamada temática nº 17 apenas o projeto da Tractebel Energia está evoluindo conforme os prazos estipulados. Este projeto está sendo desenvolvida juntamente com a WEG, única montadora de aerogeradores brasileira (Neves, 2015). O projeto estava 60% concluído no final de 2015, no entanto, a guinada na cotação do dólar em 2016 encareceu o projeto dado que a maior parte dos maquinários para a produção da turbina é importada e, por este motivo, para manter o projeto a WEG e a Tractebel estão buscando novos parceiros com recursos de P&D disponíveis para investir no projeto (Neves, 2016).

No que se refere aos projetos ligados diretamente ao desenvolvimento de aerogeradores de grande porte e seus componentes, entre 2008 e 2015 foram propostos dez projetos de P&D com investimento total equivalente a cerca de R\$193 milhões. Dos dez projetos sugeridos, oito foram selecionados, um está em processo de avaliação e apenas um foi rejeitado pela ANEEL. Os oito projetos selecionados somam um valor próximo a R\$183 milhões, valor equivalente a 82% do total investido pelos 28 projetos ligados à energia eólica e selecionados pelo programa de P&D da ANEEL entre 2008 e 2015. Esse fato nos mostra que os projetos para desenvolvimento de aerogeradores de grande porte demandam elevados níveis de investimentos e, devido ao risco inerente ao processo de inovação, é importante que o Estado apoie tais projetos.

Há duas importantes observações a serem feitas com relação aos projetos listados na tabela 1. A primeira observação é a presença de projetos que buscam o desenvolvimento de aerogeradores com tecnologia nacional e adaptados às condições brasileiras, como são os casos dos projetos da Petrobrás e da Tractebel. Tais projetos buscam aumentar a produtividade dos aerogeradores e, por conseguinte, dos parques eólicos nacionais uma vez que a maioria dos aerogeradores instalados no Brasil foram desenvolvidos de acordo com as condições naturais de outras regiões. A segunda observação diz respeito à importância da chamada temática nº 17 de 2013. Dos oito projetos ligados ao desenvolvimento de aerogeradores de grande porte, os três maiores foram resultado desta chamada. Somente esses três projetos somam um valor de aproximadamente R\$135 milhões e representam cerca de 60% do total investido pelo programa de P&D da ANEEL em energia eólica e 74% do investido em projetos ligados ao desenvolvimento de turbinas eólicas de grande porte entre 2008 e 2015. Tal fato demonstra a importância de políticas específicas de incentivo ao desenvolvimento da produção nacional de turbinas eólicas de grande porte e seus componentes.

Outro ponto a ser destacado sobre a relação do programa de P&D da ANEEL com o setor de energia eólica é a existência de certa incoerência no programa. A incoerência reside no fato do agente gerador de energia eólica, que diretamente se beneficia dos avanços tecnológicos da geração eólica, estar isento da obrigatoriedade da aplicação de recursos em projetos de P&D determinado pelo Programa de P&D da ANEEL. Esta isenção foi feita visando reduzir os custos da geração eólica local, mas em contrapartida ela afeta diretamente o número de projetos e os recursos destinados ao desenvolvimento da tecnologia eólica.

Para finalizar, podemos destacar algumas conclusões sobre a relação do programa de P&D da ANEEL e o desenvolvimento do setor eólico nacional. Em primeiro lugar, embora a segunda fase do programa de

P&D da ANEEL tenha aumentado consideravelmente o fornecimento de recursos para o setor de energia eólica, a participação deste setor no número de projetos e no total de recursos concedido pelo programa permanece baixa dada a importância atual da energia eólica para o país¹². Em segundo lugar, a chamada temática nº 17/2013 mostrou a importância que um programa mais específico para o setor de energia eólica pode ter. Em terceiro lugar, os projetos de P&D em aerogeradores de grande porte demandam elevadas quantias de investimento, o que torna importante o apoio do governo a esses projetos. Em quarto lugar, há um pequeno descompasso entre os projetos apoiados pelo programa e o tipo de indústria eólica - de grande porte - que governo brasileiro busca desenvolver, visto que parte dos projetos apoiados pelo programa estão voltados para a indústria eólica de pequeno porte. Por fim, entre 2012 e 2015 iniciou-se a produção nacional de diversos componentes da turbina eólica em função da nova metodologia de conteúdo local do BNDES, mas ainda não observamos projetos voltados para o desenvolvimento tecnológico desses componentes.

4. Programa de Subvenção Econômica à Inovação da FINEP

Um programa de subvenção econômica permite a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas nacionais que desenvolvem projetos de inovação estratégicos para o país e, portanto, é uma forma do governo e empresas compartilharem os custos e os riscos inerentes de investimentos em P,D&I em certas atividades (FINEP, 2010).

No Brasil, as ações de subvenção econômica começaram apenas em 2005 através do Ministério da Ciência e Tecnologia, tendo a FINEP como secretaria executiva¹³. A partir de 2006 a FINEP passou a operacionalizar o instrumento através do Programa de Subvenção Econômica à Inovação Nacional, tendo como fonte de recursos o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Este programa visa apoiar por meio da concessão de recursos não reembolsáveis o desenvolvimento por empresas brasileiras de produtos, processos e serviços inovadores, levando em conta as áreas e temas estratégicos que são prioridades da política industrial e tecnológica nacional. Para isto, a FINEP publica periodicamente editais para a seleção de projetos onde ela define, por exemplo, o objetivo da ação, as áreas e temas alvos, os critérios de julgamento e os recursos financeiros a serem concedidos (FINEP, 2010).

O Programa de Subvenção Econômica à Inovação Nacional da FINEP se limita a apoiar as despesas de custeio relacionadas à P,D&I, tais como: pagamento de pessoal próprio alocado em atividades de P,D&I e respectivas obrigações patronais; contratação de consultorias especializadas; material de consumo; locação de bens móveis ou imóveis desde que sejam efetivamente usados no projeto; e gastos para introdução pioneira do produto, processo ou serviço no mercado. Já as despesas de capital necessárias para o desenvolvimento do projeto, como as despesas de planejamento e execução de obras, devem ser bancadas pelas empresas. O valor solicitado por cada projeto poderá variar de R\$ 500 mil a R\$ 10 milhões (FINEP, 2010).

Entre 2006 e 2010 foram elaborados cinco editais e cada um deles estipulou regras diferentes em relação às áreas e temas que poderiam participar do programa. O setor de energia apareceu como área apoiada em todos os cinco editais. A partir de 2013 começaram a serem lançados editais temáticos de subvenção, mas até o momento nenhum edital com foco em energia eólica foi elaborado.

A tabela 2 apresenta os 20 projetos ligados à energia eólica e que foram contemplados pelo Programa de Subvenção Econômica à Inovação Nacional da FINEP desde 2006.

¹² O setor de energia eólica, apesar da crise econômica pela qual passa o país, está gerando renda, emprego e ainda fornecendo energia limpa e competitiva, dado que os preços da energia eólica nos últimos leilões só estão acima dos apresentados pelas hidrelétricas de grande porte.

¹³ O marco regulatório que viabiliza a concessão de subvenção econômica foi estabelecido no Brasil a partir da aprovação da Lei nº 10.973 de 2004 (Lei de Inovação) e da Lei nº 11.196 de 2005 (Lei do Bem).

Firma Proponente	Título do Projeto	Valor Aprovado pela FINEP	Ano
ORBYS Desenvolvimento de Tecnologia de Materiais LTDA	Desenvolvimento e Produção de Nanocompósito Poliméricos Estruturais e Recebimento de Fibra de Vidro para a indústria têxtil e de compósitos em geral.	R\$ 515.085,00	2006
WEG Equipamentos Elétricos S.A.	Projeto, fabricação e ensaios de geradores eólicos a ímãs permanentes.	R\$ 998.499,00	2007
HLC Brasil LTDA (grupo)	Projeto de desenvolvimento de aerogerador elétrico de 5 MW - 13,8 kv e sistema de comando e controle	R\$ 8.145.044,00	2007
TECSIS - Tecnologia e Sistemas Avançados LTDA	Desenvolvimento de sistema avançado para processo industrial de fabricação de moldes, modelos e sistemas estruturais para pás de geradores eólicos utilizando materiais compósitos.	R\$ 7.899.140,00	2008
WEG Equipamentos Elétricos S.A.	Desenvolvimento de equipamentos eletroeletrônicos aplicados à produção de energia eólica.	R\$ 1.674.152,40	2009
Usiminas Mecânica S.A.	Desenvolvimento de subcomponentes para torres eólicas	R\$ 1.225.250,00	2009
Wind Power Energia S.A.	Aerogeradores avançados otimizados para uso no Brasil.	R\$ 9.997.856,00	2009
Embrasul Indústria Eletrônica LTDA	Analizador de energia para geradores eólicos.	R\$ 1.294.716,00	2009
Reivax Indústria e Comércio de Instrumentação Eletrônica e controle LTDA	Dispositivos de controle para usinas eólicas.	R\$ 1.726.405,70	2009
Recriar Tecnologias e Engenharia LTDA	Protótipo de um compensador de reativos (STATCOM) de 300 KVAR aplicado à geração eólica.	R\$ 517.769,00	2009
H.P.E - Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia de Conversão e Controle de energia	PRO FACTOR-W - Sistema inteligente para a regulação de tensão e compensação Dinâmica de reativos em usinas de geração eólica.	R\$ 555.202,56	2009
Seccional Brasil S/A	Desenvolvimento de torres otimizadas para energia eólica e respectivo processo de fabricação.	R\$ 3.935.430,00	2009
Equisul Indústria e Comercio LTDA	Conversor estático para gerador eólico de 20 kw.	R\$ 1.004.000,00	2009
Recriar Tecnologias e Engenharia LTDA	AGIL10K - Protótipo cabeça-de-série de um aerogerador de indução de 10 kw utilizando tecnologia nacional.	R\$ 804.086,00	2009
Hidrometurgica ZM LTDA	Desenvolvimento de turbina eólica de eixo horizontal (teeh) de pequeno porte, de alta eficiência e características adaptáveis para instalações sobre edificações rurais e urbanas.	R\$ 708.950,52	2009
Clamper Indústria e Comércio LTDA.	Produção de aerogeradores de pequeno porte.	R\$ 1.026.850,40	2009
ICSA DO BRASIL LTDA.	Conversor de frequência para gerador de energia eólica.	R\$ 2.483.065,00	2009
Metalúrgica Fratelli LTDA	Conversor eólico de 20 KVA para sistemas Elétricos Isolados.	R\$ 584.400,00	2009
Siemens LTDA	Plataforma de otimização de projeto de transformadores de potência e transformadores para geradores eólicos.	R\$ 2.006.275,20	2009
Embrasul Indústria Eletrônica LTDA	Condicionador de energia eólica-solar com filtro ativo.	R\$ 2.687.830,60	2009

Tabela 2: Projetos Eólicos contratados pelo programa de subvenção econômica da FINEP

Primeiramente, é importante destacar que programa de subvenção econômica da FINEP contratou um número restrito de projetos eólicos e, por conseguinte, direcionou poucos recursos para este setor. Para se ter uma ideia, somente em 2008 o programa de subvenção da FINEP atendeu um total de 206 projetos, cujo valor total foi de R\$ 450 milhões. Já com relação aos projetos voltados à energia eólica, desde 2006 foram selecionados vinte projetos ligados a este setor, sendo concedido um valor total de subvenção pela FINEP de cerca de R\$ 49,8 milhões, ou seja, o equivalente a 11% do que foi concedido pela FINEP em subvenção apenas em 2008.

Dos R\$ 49,8 milhões alocados no setor eólico pelo programa de subvenção da FINEP entre 2006 e 2010, cerca de R\$ 39,4 milhões (ou 79,1%) foram destinados a onze projetos ligados ao desenvolvimento de aerogeradores de grande porte e seus componentes e aproximadamente R\$ 6,3 milhões (ou 12,6%) e

R\$ 4,1 milhões (8,3%) foram destinados, respectivamente, para quatro projetos de dispositivos para centrais eólicas e cinco projetos ligados ao desenvolvimento de aerogeradores de pequeno porte.

Como podemos observar pela tabela 2, há uma grande concentração de projetos no ano de 2009. Isso é explicado pelo fato do edital de 2009 ter sido o único a incluir a fonte eólica como prioritária, apesar do setor de energia estar presente em todos os editais¹⁴. Dos 20 projetos eólicos selecionados pelo programa de subvenção da FINEP, 16 foram contratados em 2009, ou seja, os projetos contratados em 2009 representam cerca de 65% de todo o investimento do programa em energia eólica desde 2006. Dentre os projetos contratados em 2009, podemos destacar os projetos da WEG, ICSA e Wind Power Energia, pois tais projetos estão ligados ao desenvolvimento de turbinas eólicas de grande porte e possuem grande importância para o desenvolvimento da base tecnológica nacional.

Nos editais de 2006, 2008 e 2010 a energia eólica não foi incluída de maneira direta e, conseqüentemente, poucos projetos sobre o tema foram aprovados¹⁵. Em 2006 apenas um projeto ligado de maneira indireta à energia eólica foi selecionado. O projeto da empresa ORBYS buscava desenvolver uma tecnologia referente à produção de nanocompositos voltados para a indústria têxtil e para o setor de compósitos em geral. Tal projeto impacta no setor eólico pelo fato dos materiais compósitos serem utilizados na produção de pás eólicas. Em 2007 dois importantes projetos para o desenvolvimento de tecnologia nacional foram selecionados, o projeto da empresa brasileira WEG que buscava desenvolver geradores eólicos utilizando ímãs permanentes e o projeto da HLC Brasil que visava o desenvolvimento de aerogerador elétrico de 5 MW de potência. Em 2008 apenas o projeto realizado pela empresa brasileira Tecsis foi selecionado, tendo este projeto recebido aproximadamente R\$8 milhões para desenvolver a produção de pás eólicas. Atualmente, a Tecsis é uma das líderes de mercado na produção de pás eólicas no Brasil e seu produto é considerado de alta qualidade.

É preciso destacar que em 2010 nenhum projeto ligado ao setor eólico foi contemplado pelo programa. A retirada da energia eólica do edital de 2010 pode ser visto como uma desconexão entre o programa e a conjuntura nacional (Podcameni, 2014). Tal desconexão está ligada a fatores como a perspectiva de expansão da energia eólica devido aos leilões de 2009 e 2010 e a expectativa de desenvolvimento da indústria eólica nacional em função da PCL do BNDES e da entrada no mercado nacional de empresas estrangeiras produtoras de aerogeradores em 2009.

Um dos pontos negativos do programa de subvenção da FINEP foi a demora em considerar a energia eólica como estratégica. A energia eólica foi tratada como prioritária apenas em 2009, quando a fonte passou a competir nos leilões e já tinha alcançado certo nível de competitividade. A subvenção econômica, portanto, não antecedeu o desenvolvimento do mercado eólico como ocorreu na maioria dos países que desenvolveram com sucesso tal indústria (Podcameni, 2014). Entretanto, ainda existe espaço para que programas desse tipo atuem no setor eólico, basta ver a necessidade de alguns componentes do aerogerador que ainda precisam de inovação para se adaptar as condições naturais locais.

Outro ponto negativo do programa foi o número reduzido de projetos de energia eólica selecionados, muito pelo fato da energia eólica ter sido considerada prioritária apenas no edital de 2009. Tal equívoco pode ser visto pelo fato de empresas do setor eólico terem buscado participar do programa através da atuação em outras áreas, como foram os casos dos únicos projetos ligados ao setor eólico que foram selecionados em 2006 e 2008. Tais projetos estavam inseridos, respectivamente, nas áreas de “Temas Gerais” e “Programas Estratégicos” e não na área de Energia.

Outro ponto que chama atenção é a falta de foco do programa, dado que este selecionou cinco projetos ligados ao desenvolvimento de aerogeradores de pequeno porte (todos em 2009) sendo que o momento era marcado pela perspectiva de desenvolvimento da indústria eólica de grande porte e sequer existia no momento uma regulação nacional sobre geração distribuída¹⁶. A opção da FINEP em selecionar no ano de 2009 projetos de geração eólica de pequeno porte levanta questionamentos sobre a conexão entre os instrumentos de política de inovação, a contratação de energia eólica e a PCL do BNDES.

¹⁴ Um dos objetivos citados no edital de 2009 era: “Desenvolvimento de equipamentos, componentes, peças ou partes aplicados à produção de energia solar e energia eólica” (FINEP, 2009, p. 9).

¹⁵ Os únicos projetos ligados ao setor eólico e selecionados em 2006 e 2008 estavam, respectivamente, nas áreas de “Temas Gerais” e “Programas Estratégicos” e não na área de Energia.

¹⁶ A geração distribuída passou a ser regulada no país apenas em 2012 com a divulgação da Resolução Normativa nº 482 de 2012.

Por fim, podemos dizer que apenas seis projetos podem ser considerados como importantes para a evolução da base tecnológica do país, sendo dois relacionados ao desenvolvimento das pás e quatro focados nos demais componentes do aerogerador de grande porte¹⁷. Neste ponto a crítica recai sobre a pequena quantidade de projetos selecionados sobre o tema entre 2006 e 2010, dado que este foi um período em que a indústria eólica global passava por uma reconfiguração e tinha aberto espaços para o surgimento de novos fabricantes, o que aumentava a possibilidade de desenvolvimento de produtores locais de equipamentos eólicos (Podcameni, 2014).

5. Conclusão

Nos últimos anos o governo brasileiro adotou medidas de política industrial, tecnológica e de estruturação de mercado visando desenvolver localmente a cadeia produtiva do aerogerador de grande porte. Dentro deste contexto, o presente trabalho analisou duas das principais políticas tecnológicas que afetam a indústria eólica local através do apoio a projetos de P,D&I, quais sejam: o Programa de P&D da ANEEL e o Programa de Subvenção Econômica à inovação da FINEP. Através da análise dos projetos ligados a energia eólica e apoiados por ambos os programas, o trabalho chegou a uma série de conclusões no que diz respeito à atuação de ambos os programas no desenvolvimento da indústria eólica local, em especial, no desenvolvimento de aerogeradores de grande porte e seus componentes.

A primeira conclusão do trabalho é que os projetos ligados à fonte eólica possuem pouca participação em ambos os programas, tanto no que se refere ao número de projetos quanto ao volume de recursos recebidos. Tal fato é preocupante dado que o período entre 2009 e 2015 foi caracterizado tanto pelo aumento considerável da contratação de energia eólica quanto pelo aumento da produção nacional de aerogeradores de grande porte e seus componentes, fatores esses que deveriam impactar numa maior utilização de ambos os programas devido, por exemplo, a busca pela maior competitividade tanto dos projetos eólicos nacionais quanto das empresas locais produtoras de aerogeradores e seus componentes.

Uma segunda conclusão do trabalho é que ambos os programas apresentaram certa incoerência com o objetivo do governo em desenvolver uma indústria eólica local de grande porte dado que 10 dos 48 (cerca de 21%) projetos ligados a energia eólica contratados pelos dois programas eram voltados para a indústria eólica de pequeno porte. Por outro lado, cerca de 40% (19 projetos) dos projetos eólicos contratados pelos dois programas eram destinados ao desenvolvimento de aerogeradores de grande porte e seus componentes. Esses projetos receberam um total de R\$ 222,6 milhões, valor muito superior aos cerca de R\$ 17 milhões destinados aos projetos voltados para a indústria eólica de pequeno porte. O que se observou foi que os projetos de P,D&I voltados para aerogeradores de grande porte demandam investimentos elevados, o que aumenta a necessidade de apoio do governo a esses projetos.

Outra importante conclusão do trabalho é que ambos os programas apresentaram os melhores resultados quando destacaram a energia eólica como um dos setores prioritários para receber recursos. Este foi o caso da Chamada temática 17/2013 e do edital de 2009, que foram responsáveis por 60% e 65%, respectivamente, de todo o investimento em energia eólica realizado pelo Programa de P&D da ANEEL e pelo Programa de Subvenção Econômica à inovação da FINEP entre 2006 e 2015. Portanto, caso o governo queira incentivar o aumento da participação de projetos de energia eólica nos dois programas, seria interessante destacar a energia eólica como um dos setores prioritários.

Por último, é preciso destacar que em 2013 houve uma importante mudança na PCL do BNDES, onde esta passou a incentivar a nacionalização dos componentes presentes na nacele. No entanto, entre 2013 e 2015 não houve nenhum projeto ligado aos componentes presentes na nacele apoiado por algum dos dois programas.

O trabalho conclui que tanto o Programa de P&D da ANEEL quanto o Programa de Subvenção Econômica à inovação da FINEP apresentaram uma atuação tímida no desenvolvimento do setor eólico nacional até o momento. Além disso, ambos os programas pareceram não funcionar em consonância com a evolução do setor eólico nacional. Portanto, é necessário que ajustes sejam feitos nos programas caso o governo tenha como objetivo utilizá-los como ferramentas para a criação de uma indústria eólica competitiva.

¹⁷ Os seis projetos foram realizados pelas seguintes empresas: ORBYS em 2006, WEG em 2007 e 2009, Tecsis em 2008, ICESA em 2009 e Wind Power Energia em 2009.

Referências

- ABEEOLICA (Associação Brasileira de Energia Eólica). (2016). Boletim de Dados Novembro 2016. Disponível em: < <http://www.portalabeeolica.org.br/images/boletins/Boletim-de-Dados-BEEolica-Novembro-2016%20-Publico.pdf> >. Acesso em: 05/12/2016.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2012). Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Manual-PeD_REN-504-2012.pdf >. Acesso em: 16 de março de 2016.
- _____. (2013). Chamada Nº 017/2013 – Projeto Estratégico: Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica. Brasília: ANEEL, 2013. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PD%20Estrat%C3%A9gico%20017-2013.pdf> >. Acesso em: 16 de março de 2016.
- CAMILLO, Edilaine Venancio. (2013). As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. 2013. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Política Científica e Tecnológica, Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- CEPEL (Centro de Pesquisa de Energia Elétrica). (2001). *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*. Ed. CEPEL, Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf >. Acesso em: 05/12/2016.
- CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). (2012). *Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil*. p. 96. Brasília: 2012. Disponível em: < http://www.cgee.org.br/publicacoes/documentos_tecnicos.php >. Acesso em: 05/12/2016.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). (2016). Balanço Energético Nacional 2016: Ano base 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: < https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf >. Acesso em: 05/12/2016.
- FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). (2009). Seleção Pública MCT/FINEP/FNDCT. Subvenção Econômica à Inovação – 01/2009. Disponível em: < http://www.finep.gov.br/arquivos_legados/fundos_setoriais/subvencao_economica/editais/Subvencao_2009.pdf >. Acesso em: 17 de março de 2016.
- _____. (2010). Manual de Programa de Subvenção Econômica à Inovação Nacional. Disponível em: < <http://download.finep.gov.br/manuais/manualSubvencao2010.pdf> >. Acesso em: 17 de março de 2016.
- LEWIS, J.I.; WISER, R.H.. (2007). *Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms*. Energy Policy, 35(3): 1844–1857, 2007. ISSN 0301-4215.
- MELO, Elbia. (2013). Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. Estudos Avançados, São Paulo, v. 27, n. 77, p.125-142, jan. 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a10.pdf> >. Acesso em: 20 de junho de 2016.
- _____. (2014). Investimentos em energia eólica no Brasil: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. Concreto e Construções: Contribuições do Concreto para Fundações e Torres de Aerogeradores, São Paulo, n. 75, p.74-77, jul. 2014. Trimestral. Disponível em: < http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_75.pdf >. Acesso em: 05 dez. 2016.

NEVES, Livia. (2015). P&D em Marcha Lenta. Cenários Energia Eólica: Anuário 2015/2016, Rio de Janeiro, p.88-89, 2015.

_____. (2016). Weg e Tractebel buscam novos parceiros para aerogerador de 3,3 MW: Projeto de pesquisa e desenvolvimento das companhias foi comprometido pela alta do dólar, que pesa sobre a importação de equipamentos de produção. 2016. Disponível em: < <http://brasilenergia.editorabrasilenergia.com/daily/beck-online/empresas/2016/03/weg-e-tractebel-buscam-novos-parceiros-para-aerogerador-de-33-mw-468453.html> >. Acesso em: 14/05/2016.

PEREIRA, E. B.. (2016). Segurança Energética: perspectivas no enfrentamento às mudanças climáticas globais. Conferência Internacional do INCT para Mudanças Climáticas. São Paulo, Setembro, 2016. Disponível em: < <http://www.fapesp.br/eventos/2016/09/inct/ENIO.pdf> >. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

PODCAMENI, M. G. V. B.. (2014). Sistema de Inovação e Energia Eólica: A Experiência Brasileira. 2014. 342 f. Tese (doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2014.

QUANDT, C. O.; SILVA JR, R. G.; PROCOPIUCK, M.. (2008). Estratégia e Inovação: análise das atividades de P&D no setor elétrico brasileiro. Revista Brasileira de Estratégia, Curitiba, V. 1, n. 2, p. 243-255, 2008.

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st century). (2016). Renewables 2015 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat, 2016. Disponível em: < http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report_REN21.pdf >. Acesso em: 22 de agosto de 2016.

SILVA JR, R. G.; PROCOPIUCK, M.; QUANDT, C. O.. (2009). A Pesquisa e Desenvolvimento na estratégia competitiva das concessionárias do setor elétrico brasileiro. *Anais do XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais - SIMPOI 2009*. São Paulo. Disponível em: < http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00320_PCN24942.pdf >. Acesso em: 16 de março de 2016.

STERN, N. (2007) *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, UK.

WACHSMANN, U.; TOLMASQUIM, M. T.. (2003). Wind power in Brazil – Transition using German experience. *Renewable Energy* 28 pp. 1029-1038. Disponível em: < http://www.rio12.com/rio02/proceedings/pdf/131_Wachsmann.pdf >. Acesso em: 23 de março de 2016. Press.