

Mapeamento Tecnológico de Patentes em Energia Eólica no Brasil

Recebido: 22/10/2017

Aprovado: 26/02/2018

¹Matheus Eduardo Leusin

²Caroline Rodrigues Vaz

³Mauricio Uriona Maldonado

RESUMO

A difusão da energia eólica é de grande importância para aumentar a diversidade da matriz energética brasileira e diminuir a dependência do país às variações hidrológicas. Contudo, pouco se sabe sobre o estado atual do país em relação ao desenvolvimento da tecnologia eólica. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a situação atual do desenvolvimento tecnológico da energia eólica no Brasil, por meio da análise das patentes depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual - INPI. Entre os principais resultados, destaca-se a identificação: i) do baixo nível de patenteamento brasileiro; ii) do predomínio da região Sudeste do país sobre o patenteamento do tema analisado; iii) da influência do mercado de geração eólica brasileiro para o aumento do número de patentes na área; iv) de carências nacionais em algumas áreas de conhecimentos, o que afeta o conteúdo das patentes de energia eólica desenvolvidas no país; v) do baixo interesse das empresas nacionais do setor de eletricidade no desenvolvimento de atividades de P&D; e vi) do comportamento de reatividade das empresas nacionais deste setor no que se refere ao desenvolvimento de atividades inovativas.

Palavras-chave: Energia eólica. Desenvolvimento de tecnologia. Patentes. P&D.

¹ Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Santa Catarina, (Brasil). E-mail: matheusleusin@hotmail.com Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-9923-328X>

² Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Santa Catarina, (Brasil). E-mail: karollrvaz@gmail.com Orcid id: <http://orcid.org/0000-0002-0378-2533>

³ Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Santa Catarina, (Brasil). E-mail: m.uriona@ufsc.br Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-1174-4828>

Technology Mapping of Wind Energy Patents in Brazil

ABSTRACT

Wind energy diffusion is of great importance to increase the diversity of the Brazilian energy matrix and decrease the country's dependence on hydrological variations. However, little is known about the current state technological development regarding wind technology in the country. Thus, the objective of this article is to analyze the current state of technological development regarding wind energy technology, by patent mapping from the National Institute of Intellectual Property (INPI). Among the main results, we highlight the identification of: i) the low level of Brazilian patenting; ii) the patenting predominance of the Southeast region; iii) the influence of the Brazilian wind generation market to increase the number of patents related to wind generation; iv) the lack of knowledge in some scientific fields, which affects the breadth of wind energy patents developed in the country; v) the low interest of the national power companies in developing R&D activities; and (vi) the reactive behavior of these companies with regard to the development of innovative activities.

Keywords: Wind energy. Technology development. Patents. R&D.

1 INTRODUÇÃO

Produzir energia elétrica utilizando fontes eólicas já é uma prática existente há mais de 40 anos em alguns países do mundo. A Dinamarca, por exemplo, começou a desenvolver turbinas eólicas durante os anos 70 e já consagrou 2 das maiores empresas produtoras de turbinas eólicas do mundo: *Vestas* e *Siemens* (DANISH ENERGY AGENCY, 2009). Já a China chama a atenção pelo rápido desenvolvimento da geração eólica na sua matriz energética, ocorrido principalmente a partir dos anos 2000, o que levou o país a ocupar hoje a liderança mundial em termos de capacidade eólica instalada (GWEC, 2016).

O relatório apresentado pela GWEC (2016) ainda permite comparar e verificar a diferença entre a evolução da capacidade eólica instalada de países como a Holanda e Brasil, por exemplo. A Holanda mantém uma taxa de expansão modesta e constante da sua capacidade eólica de geração, enquanto que o Brasil apresenta uma taxa de expansão mais abrupta, percebida principalmente na última década, quando o país tornou-se o líder latino-americano do mercado de geração eólica (GWEC, 2016).

Esta rápida difusão do uso da tecnologia eólica para geração de energia no Brasil é justificada pelos benefícios do uso desta tecnologia para o país. Um dos principais motivos é o balanceamento da matriz energética brasileira, baseada sobretudo no uso de recursos hídricos para geração de energia elétrica, conforme apontado na Figura 1.

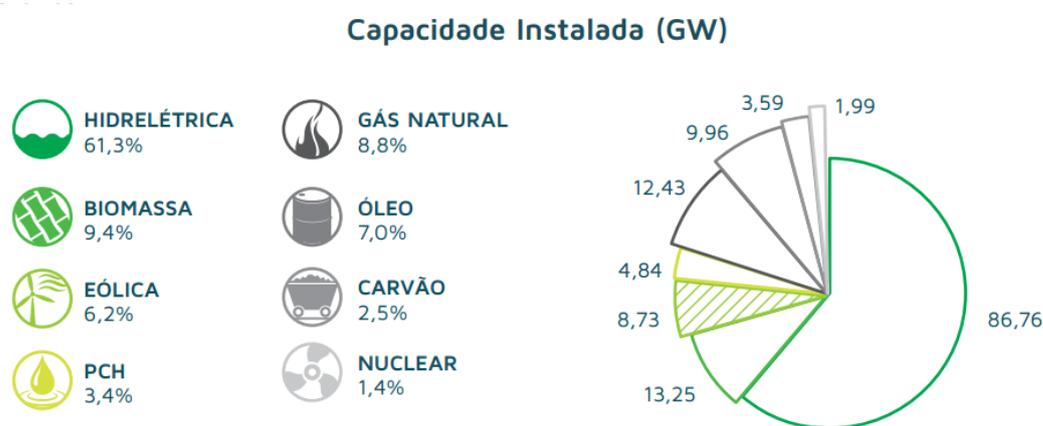


Figura 1: Capacidade instalada no Brasil por fonte

Fonte: ABEEÓLICA, (2016, p.4).

A predominância do uso de recursos hídricos para geração torna o país suscetível a variações hidrológicas. Prado et al. (2016) destacam duas crises

importantes que ocorreram no Brasil em razão de secas históricas ocasionadas por variações hidrológicas. A primeira, em 2001, levou ao racionamento de energia e aos eventos conhecidos como apagões, resultados da incapacidade das usinas hidrelétricas de manterem a sua produção durante um regime hidrológico desfavorável. Já a segunda crise teve início em 2013, quando a matriz energética brasileira já estava mais robusta para compensar quedas de geração hídrica através do uso de termoelétricas. Porém, o custo de utilizar usinas termoelétricas é alto: elas possuem elevados custos de geração e são grandes emissoras de gases do efeito estufa. Ainda segundo Prado et al. (2016), a Câmara de Comércio de Energia Elétrica (CCEE) declarou que, entre 2013 e 2014, foram gastos US\$ 20 bilhões de dólares a mais no Brasil em subsídios e empréstimos para pagar os custos extras gerados pelo uso contínuo das termoelétricas no país.

Neste sentido, a geração eólica surge como uma opção à expansão da capacidade de geração elétrica brasileira. Schmidt et al. (2016) e Juárez et al. (2014) destacam que a expansão da geração eólica no país reduz significativamente os riscos de ocorrência de novos eventos relacionados às variações hidrológicas. Isto se deve principalmente às características de complementaridade da geração eólica em relação à geração hídrica: em períodos de seca, os ventos são mais favoráveis à geração eólica, ocorrendo o inverso em períodos mais chuvosos (Juárez et al., 2014; Schmidt et al., 2016). Além das características de complementaridade e de geração limpa da geração eólica, outro fator que favorece a expansão do uso desta tecnologia são os seus custos de geração. O preço da geração eólica no Brasil é um dos mais competitivos do mundo (WWF, 2015), sendo a fonte eólica atualmente a segunda opção de geração mais barata do país, atrás apenas das grandes hidrelétricas (EPE, 2016).

Consciente das fragilidades do modelo atual e dos benefícios da geração eólica, o governo brasileiro buscou expandir o uso desta fonte no país. Juárez et al. (2014) apontam que as ações do governo brasileiro em prol da tecnologia eólica tiveram início após a crise histórica de racionamento de 2001, e que atualmente envolvem esforços para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional, visualizados em investimentos em ciência e educação em engenharia. No entanto, apesar da relevância da tecnologia eólica para o Brasil e da visibilidade que esta tecnologia tem ganhado nos últimos anos, pouco se sabe sobre o nível atual nacional de desenvolvimento de conhecimento sobre a

tecnologia eólica. Ainda que existam trabalhos analisando aspectos políticos, sociais e econômicos da expansão da tecnologia eólica no Brasil, como visto em Juárez et al. (2014) e Prado et al. (2016), ou mesmo discutindo medidas de incentivo à expansão eólica, como em Dalbem et al. (2014) e Leusin et al. (2016), o desenvolvimento de conhecimento sobre a tecnologia eólica no país ainda é pouco discutido.

Especificamente em relação a isso, Hekkert et al. (2007) e Bergek et al. (2008) citam como as principais formas de analisar o desenvolvimento de conhecimento de um país a análise das suas atividades de patenteamento e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). A identificação do nível de desenvolvimento tecnológico do país, por sua vez, permite direcionar melhor políticas de incentivo, como as aplicadas pelo governo brasileiro para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional, apontadas anteriormente.

Desta forma, o presente artigo possui como objetivo analisar a situação atual do desenvolvimento de tecnologia de energia eólica no Brasil. Para isto são analisados os registros de patentes depositados no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), além de informações coletadas de outras fontes sobre as atividades de P&D conduzidas no país, como os relatórios do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acredita-se que assim a lacuna de conhecimento citada seja suprida, favorecendo a compreensão de questões relevantes envolvendo a tecnologia eólica no Brasil, como as relacionadas ao melhor direcionamento das políticas de incentivo adotadas no país.

O presente artigo está dividido em cinco seções, sendo a primeira seção composta por esta introdução. A segunda seção apresenta uma breve revisão de literatura sobre aspectos relevantes da energia eólica, em especial do sua exploração no Brasil, seguida pela terceira seção onde são detalhados os procedimentos metodológicos aplicados neste estudo. Finalmente, a quarta seção apresenta os resultados e discussões referentes às informações dos registros de patentes e atividades de P&D conduzidas no país, seguida pela quinta seção onde são expostas as considerações finais deste artigo.

2 ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, devido ao fato deste tipo de geração ser renovável, livre de emissões, amplamente distribuída globalmente e possuir custos de

implementação cada vez mais baixos (PEREIRA et al., 2012). McDowall et al., (2013) dividem a história da energia eólica em 4 períodos distintos: i) pré-história dos ventos modernos, ii) fase formativa, iii) fase de crescimento, e iv) fase de maturidade e transferência. A primeira fase compreende o período anterior à 1974 e é marcada por experimentações limitadas pelos custos e desafios físicos da construção de turbinas. Já a fase formativa, que se estende de 1974 a 1989, é produto das crises energéticas dos anos 70 que tiveram como consequência um aumento expressivo das atividades de P&D em tecnologias energéticas, incluindo a eólica. Esta fase resultou na criação de pequenos mercados de energia eólica na Dinamarca e a um desenvolvimento significativo deste tipo de mercado nos EUA, resultado de incentivos fiscais.

A fase seguinte, de crescimento, que compreende o período de 1990 a 1998, é impelida pelo acidente de Chernobyl e das crises de chuva ácida, e teve como principais resultados a melhoria da tecnologia eólica e a redução dos custos de geração associados à esta tecnologia. Além disso, ainda é observado nesta fase o desenvolvimento de uma indústria de relevância econômica e política em alguns países do mundo. Finalmente, a fase de maturidade e transferência, que teve início em 1999 e se estendeu até 2010, é marcada pela entrada de grandes empresas dos setores de engenharia e de energia e pela propagação de metas políticas globais cada vez mais ambiciosas para a energia eólica. Ainda verifica-se nesta fase uma expansão das atividades inovadoras focadas na melhoria da tecnologia eólica, além da redução dos custos de geração desta fonte e da expansão da geração eólica *offshore* (MCDOWALL et al., 2013).

Vale aqui destacar a diferença entre a geração eólica *onshore* e *offshore*. Green e Vasilakos (2011) apontam que a geração eólica feita com usinas construídas em terra, denominada *onshore* (literalmente "em terra" em inglês), prevalece sobre a geração sobre o mar (*offshore*, ou "fora da terra" em inglês), representando cerca de 98% da capacidade eólica instalada na Europa. Uma das principais justificativas para esta disparidade, apontada pelos autores, é o custo de implantação de usinas eólicas *offshore*, muito superior à geração *onshore*. As máquinas utilizadas para converter a energia disponível no vento em energia elétrica são conhecidas como turbinas eólicas. Entre os modelos de turbina eólica mais utilizados atualmente destaca-se o modelo de eixo horizontal de 3 pás com eixo de rotação paralelo ao fluxo de entrada de ar, apresentado na Figura 2.

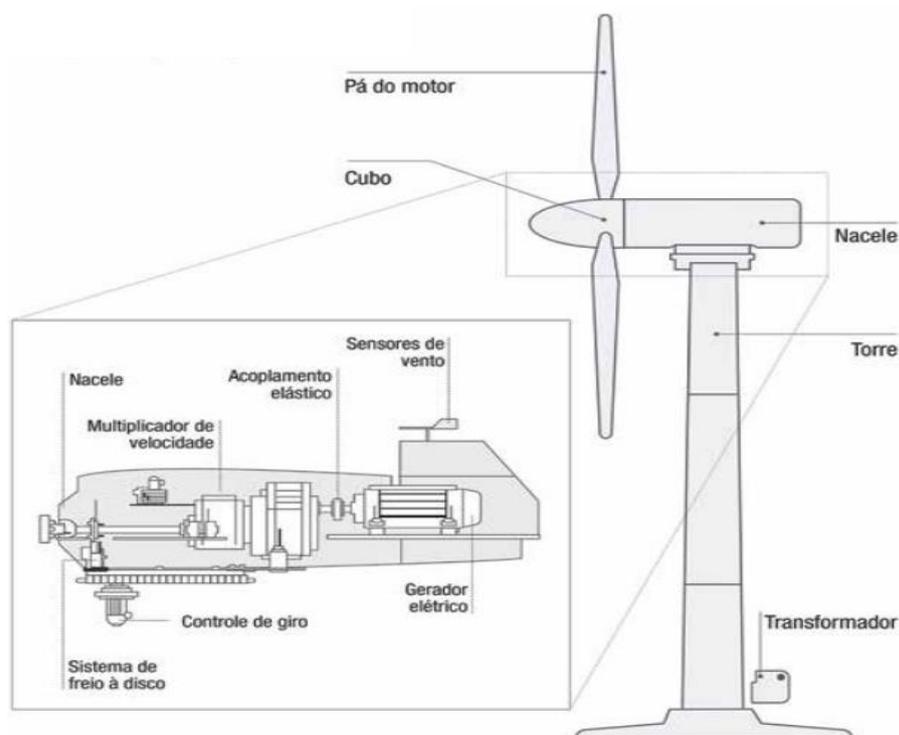


Figura 2: Turbina de eixo horizontal

Fonte: WWF, (2015, p. 25).

De forma resumida, o fluxo do ar que passa pelas pás as faz girar junto com o motor. Este movimento do motor é transmitido pelo cubo ao gerador através de um eixo, cujo movimento rotativo é convertido em eletricidade pelo gerador. No gerador, um campo magnético de rotação induz um potencial elétrico em uma bobina do extrator, que aciona uma corrente elétrica quando o gerador está ligado em uma rede ou outra carga. Um multiplicador de velocidade é utilizado para aumentar a velocidade de rotação (KAMP, 2002).

A expansão da exploração e do desenvolvimento da tecnologia eólica tem levado a quedas sucessivas dos custos de geração desta fonte. O relatório da EWEA (2009) aponta que o desenvolvimento de turbinas eólicas maiores, tendência mundial verificada nas últimas décadas, levou à uma redução dos custos de implementação de parques eólicos europeus de cerca de 40%, comparando os valores dos anos de 2006 e 1987. Uma análise da IRENA (2017) aponta ainda que os custos mundiais de turbinas eólicas foram reduzidos em um terço, desde 2009. No Brasil esta tendência também é verificada. Da Silva et al. (2013) apontam uma redução de 60%

do preço de venda de energia eólica em leilões brasileiros, comparando valores de venda de 2011 e 2004.

Atualmente o Brasil possui a 9ª maior capacidade eólica instalada do mundo -atualmente com quase 11 GW instalados segundo a ABEEÓLICA (2017) -, com potencial eólico nacional *onshore* estimado de 400 GW (GWEC, 2016). Além do potencial *onshore*⁴, estima-se em 600 GW o potencial brasileiro *offshore*⁵ (JUÁREZ et al., 2014), ainda totalmente inexplorado no país. Destaca-se aqui características importantes para compreender a difusão e uso da tecnologia eólica no Brasil.

Pereira et al. (2012), Da Silva et al. (2013) e Da Silva et al. (2016) apontam o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), lançado em 2004, como um dos principais precursores do desenvolvimento da geração eólica no país. O Proinfa foi sucessor de uma tentativa frustrada do governo lançada em 2001 para incentivar a geração eólica, denominada Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), que fracassou principalmente devido à falta de incentivo à indústria (FILGUEIRAS, 2003). O Proinfa, melhor direcionado, contratou cerca de 1.4 GW de potência eólica a ser adicionada na matriz energética brasileira, na época com menos de 0,03 GW de capacidade eólica instalada (ABEEÓLICA, 2017).

Desde então, a exploração da geração eólica no Brasil tem se concentrado sobretudo na região Nordeste do país, onde são encontrados os melhores tipos de ventos brasileiros, com altas velocidades médias e pouca variabilidade de intensidade e de direção (DA SILVA et al., 2005). A ABEEÓLICA (2017) aponta que, em 2015, a geração eólica nesta região correspondeu à 82,2% da geração total eólica brasileira, seguida pelo Sul, com 17,4%, e Sudeste, com 0,4% da geração total.

De forma semelhante, além do pólo nordestino, podem ser encontrados ainda dois outros pólos industriais principais do setor eólico brasileiro, localizados no Sul e Sudeste. A ABDI (2014) aponta que existem dois tipos diferentes de aglomerações no país, devido às características de logística necessárias para o transporte de produtos. Um desses tipos de aglomerações envolve fornecedores de torres e/ou pás situados em torno

⁴ Parques *onshore* refere-se a parques eólicos continentais, isto é, em terra firme (ABDI, 2014).

⁵ Parques *offshore* refere-se a parques eólicos que se encontram sob o mar (ABDI, 2014)

das montadoras de turbinas eólicas, que por sua vez ficam próximas às regiões de maior potencial eólico. O outro tipo de aglomeração envolve fornecedores para determinados itens, situados em torno de cadeias de produção existentes. Desta forma, o primeiro tipo de aglomeração tende a ocorrer em estados nordestinos, que possuem maior potencial de geração, enquanto que o segundo tipo tende a ocorrer em torno de cadeias existentes de fornecimento, como o Sul e Sudeste (ABDI, 2014).

Ainda existem diversos pontos a serem superados no que se refere ao desenvolvimento da tecnologia eólica no país. Juárez et al. (2014) destacam a escassez brasileira de recursos humanos qualificados para promover um desenvolvimento consistente de tecnologia nacional. Furtado e Perrot (2015) salientam ainda o baixo interesse por parte dos empreendedores brasileiros em atividades de P&D envolvendo a tecnologia eólica. Apesar das dificuldades nacionais, o governo brasileiro mostra confiança no futuro da geração eólica no país, seja através do uso de incentivos ao desenvolvimento desta tecnologia como os mencionados anteriormente, ou ao sinalizar o interesse na expansão da geração eólica na matriz brasileira, através da meta divulgada de alcançar a cifra de 24 GW de capacidade eólica instalada até o ano de 2024 (EPE, 2015).

3 MÉTODO

A presente pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, empregando como método a revisão de literatura, utilizando pesquisas secundárias, de acordo com as definições de Gil (2002) e Marconi e Lakatos (1991). Como principais fontes de dados deste trabalho destacam-se a base de dados do INPI e relatórios do CGEE (2012) e do IBGE (2016). O relatório do CGEE, de título "Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil" fornece principalmente informações contextuais sobre as atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) do Brasil no que se refere à energia eólica. Já o relatório do IBGE, denominado "Pesquisa de Inovação 2014" disponibiliza informações sobre as atividades de inovação de diversos setores brasileiros. Dentre os setores incluídos na análise da PINTEC, como também é conhecida esta pesquisa do IBGE, está o setor de "Eletricidade e gás", de interesse para este trabalho.

Já os dados provenientes do INPI foram coletados através de uma pesquisa que envolveu quatro fases distintas:

- Na primeira, foi feita uma "Pesquisa básica" na "Base de Patentes INPI", limitada aos critérios de que os resultados da busca deveriam conter "todas as palavras" do termo "Energia Eólica" no campo "Título";

- Na segunda fase, todas as informações disponibilizadas na pesquisa (Nº do pedido, data do depósito, título da patente e classificação IPC) foram registradas em uma planilha do Microsoft Excel®. Destaca-se aqui que o INPI apresenta, na visão geral dos resultados da pesquisa, apenas uma classificação de subclasse do IPC para cada registro de patente, quando na verdade o mesmo registro pode ter mais de uma classificação, que só é apresentada após a abertura individual de cada registro no site do INPI. Para o desenvolvimento deste artigo é utilizada apenas a subclasse individual coletada nesta fase da pesquisa;

- Na terceira fase da pesquisa, os registros de patentes foram abertos, um a um, para ser feita a coleta - e transcrição em planilha - dos dados de país de origem e do cliente depositário;

- Uma vez coletados e registrados os dados provenientes da base consultada, na quarta fase, o conjunto de dados coletados foram tratados e analisados. Esta análise compreendeu a investigação de todos os registros de patentes encontrados na busca e suas respectivas nacionalidades, datas de registro e sujeito de direito do depositário (pessoa física ou jurídica), além do estado de origem dos depositários brasileiros e áreas de conhecimento do IPC.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa dos registros de patentes, realizada na base de dados do INPI em abril de 2018 e limitada à ocorrência de "todas as palavras" do termo "Energia Eólica" no campo "título", resultou em um total de 500 registros. A Figura 3 apresenta os 25 países que possuem registros de patentes na base de dados do INPI para a pesquisa realizada. Entre estes países, destaca-se a Alemanha, com um total de 286 registros de patentes, seguida pelo Brasil, com 92 registros, e Japão, com 20 registros de patentes.

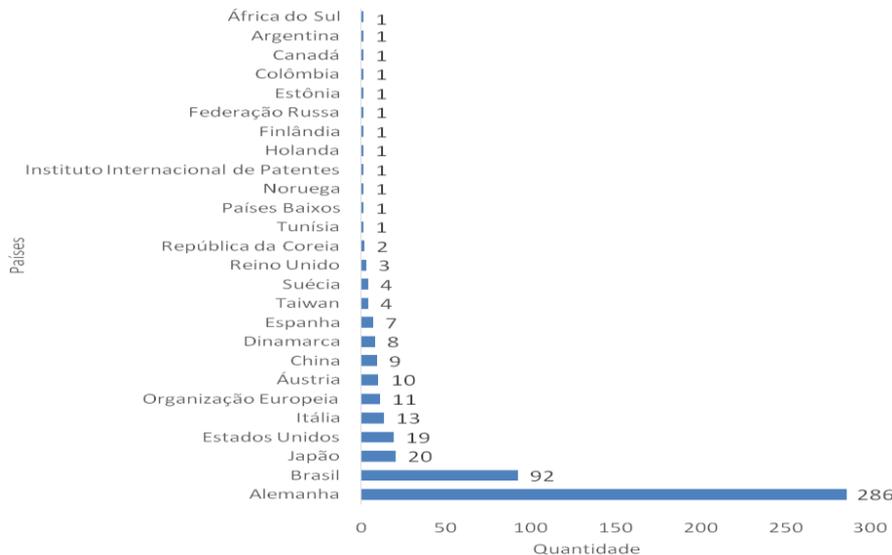


Figura 3: Patentes de Energia eólica por países
 Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

A *Wobben Properties GmbH*, empresa de origem alemã, destaca-se como a proprietária do maior número de registros de patentes para a busca feita, totalizando 244 registros, seguida pela *Mitsubishi Heavy Industries*, com um somatório de 13 patentes registradas. Para fins de comparação, a Figura 4 apresenta o número anual de novos registros de patentes para a pesquisa feita, junto com o número anual de novas patentes de origem brasileira e de novas patentes registradas pela *Wobben Properties GmbH*.

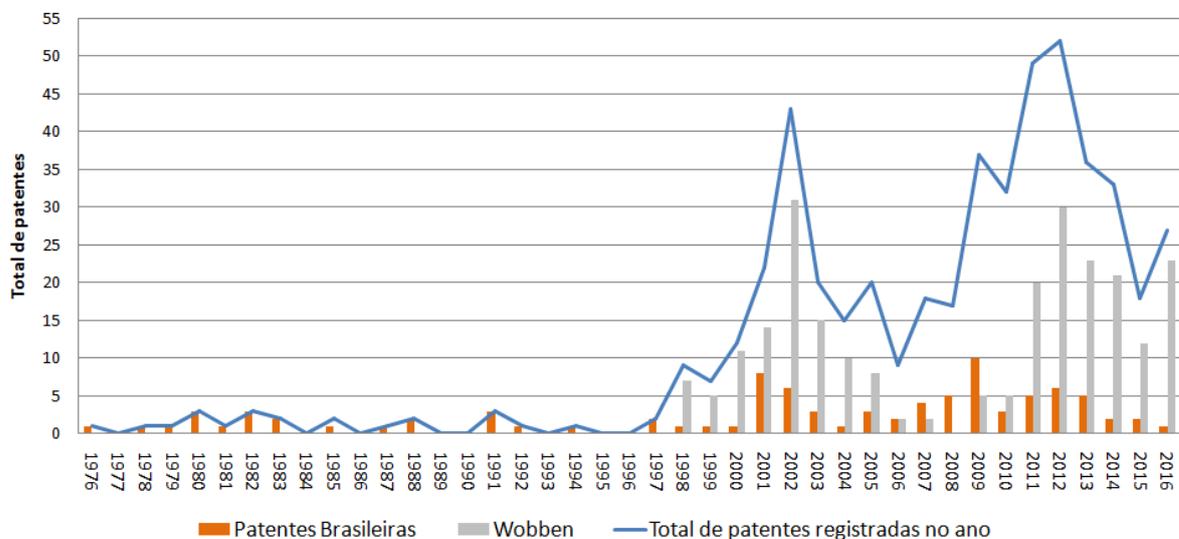


Figura 4: Patentes registradas no INPI
 Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Verifica-se pela Figura 4 que o primeiro depósito de patente de origem brasileira aconteceu no ano de 1976. Já a empresa alemã *Wobben*, que iniciou as suas atividades no Brasil em 1995, levou cerca de 3 anos para fazer os seus primeiros depósitos de patentes no país, que totalizaram 7 registros feitos em 1998. Percebe-se ainda pela Figura 4 que os últimos registros encontrados na pesquisa feita são do ano de 2016, mostrando um atraso de pelo menos 2 anos entre os pedidos de registro feitos pelos depositários e o acolhimento destes registros pelo INPI.

Os registros de patentes de origem brasileira são apresentados com maior detalhe na Figura 5.

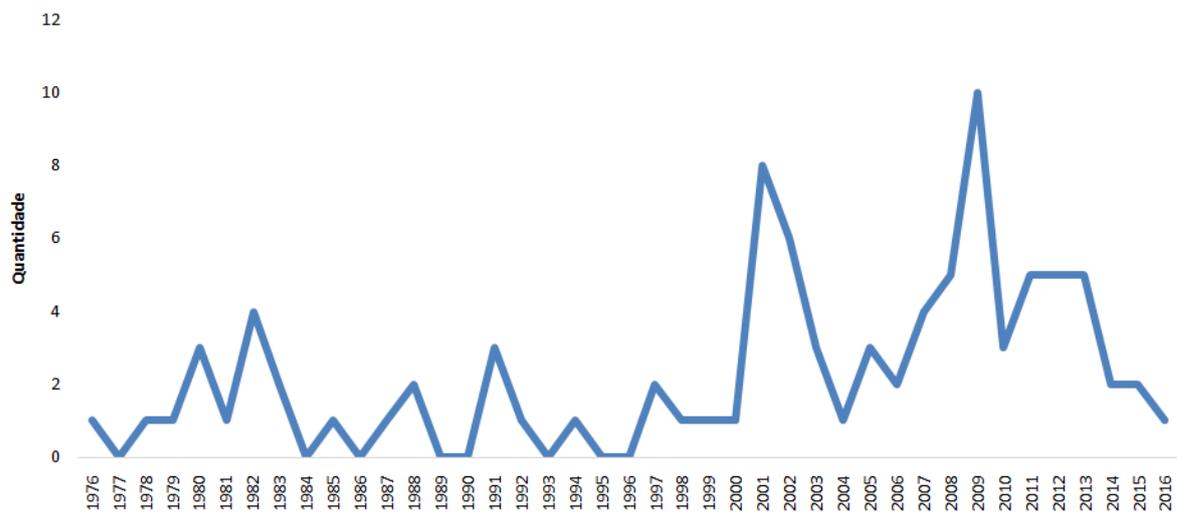


Figura 5: Evolução das Patentes Brasileiras

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Pode-se observar na Figura 5 dois picos no número de registros de patentes brasileiras, ocorridos em 2001 e 2009 quando foram registradas 8 e 10 patentes, respectivamente. Vale destacar que dois eventos importantes ocorreram nestes anos: o lançamento do já mencionado Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), em 2001, e a primeira contratação da tecnologia eólica em leilões regulados brasileiros sem o uso de incentivos a seu favor. Verifica-se assim que, apesar do fracasso do Proeólica, o programa serviu para chamar a atenção para a fonte eólica de geração, ainda inexpressiva no país na época. Já a primeira contratação eólica em leilões regulados ocorrida fora da modalidade do Proinfa, ocorrida em 2009 (Dalbem *et al.*, 2014), destacou a viabilidade da

tecnologia eólica para concorrer em leilões regulados com outras fontes já estabelecidas no país (como as fontes hídricas e térmicas).

Quanto à origem dos depositários das patentes brasileiras, a Figura 6 apresenta a evolução do número de registros de acordo com a natureza jurídica do depositário, diferenciados em pessoa física ou pessoa jurídica. Dos 92 registros de patentes brasileiras, 80 (87,0%) pertencem a pessoas físicas, enquanto 12 (13,0%) registros pertencem a empresas, o equivalente à 87,0% e 13,0%, respectivamente, dos registros encontrados.

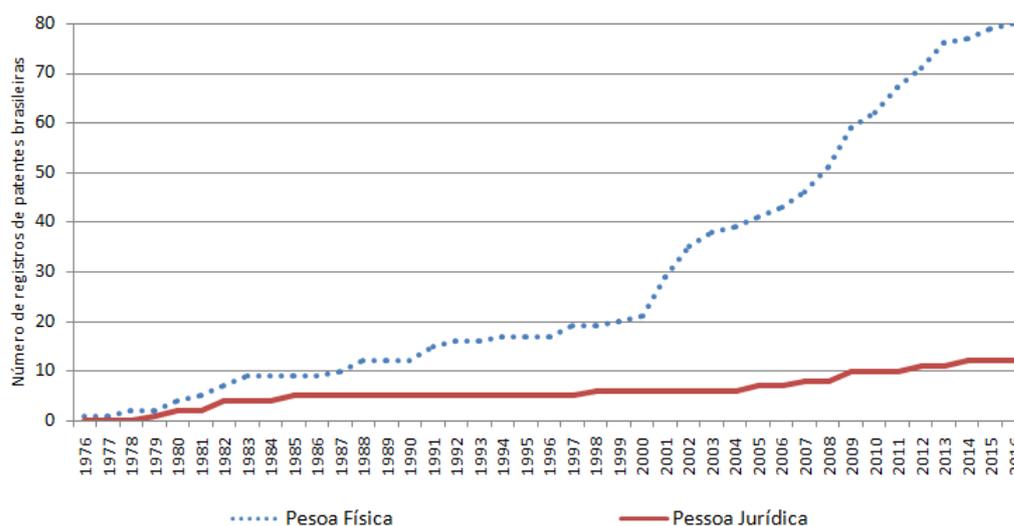


Figura 6: Número total de registros de patentes feitos de acordo com a natureza jurídica do depositário.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Percebe-se, ainda, pela Figura 6 que os primeiros registros de pessoa física e jurídica ocorreram em datas próximas, em 1976 e 1979 respectivamente. Há ainda uma disparidade no volume de novos registros anuais: enquanto o maior número de registros de patentes de pessoa física atinge 8 novas patentes em 2009, os registros de empresas não ultrapassam 2 novas patentes em um mesmo ano, feitos nos anos de 1982 e 2009. É perceptível também um pequeno aumento da atuação das empresas, visualizado principalmente a partir de 2004. A taxa de registros de novas patentes de pessoa jurídica no período entre 2004 e 2014 é de 0,6 novas patentes por ano. Para fins de comparação, a taxa de registro de novas patentes de pessoa física no mesmo período é de 3,5 novos registros por ano.

Mesmo com o aumento da atuação das empresas no registro de patentes verificado, fica evidente a pequena participação destas em comparação com a atuação de pessoas físicas. Tal resultado pode estar relacionado ao baixo interesse de empresas nacionais em desenvolver programas de P&D relacionados à esta tecnologia. Este padrão já foi apontado no ano 2000 em E Albuquerque (2000), onde o autor destaca particularidades das patentes brasileiras no período entre 1980 e 1995, como a alta participação de patentes individuais e o baixo envolvimento de empresas brasileiras em atividades de P&D.

O autor ainda aponta a importância das atividades de empresas estrangeiras no país, que investem menos em P&D no país mas patenteiam mais (o que pode ser o caso da *Wobben*). A análise de E Albuquerque (2000) ainda destaca o predomínio de empresas nacionais no patenteamento, o que parece não ser o caso para a energia eólica analisada aqui.

Um dos motivos para o baixo patenteamento de empresas no Brasil pode estar relacionado à demora para se conseguir o registro junto ao INPI, conforme apontado anteriormente. Apesar da análise apresentada ter destacado que o atraso no registro de patentes relacionadas à energia eólica leva no mínimo 2 anos, Júnior e Da Silveira Moreira (2017) apontam que o tempo médio do INPI para conceder um registro de patente está próximo dos 11 anos. Hoss (2012) destaca que atrasos na concessão de patentes causam prejuízos não apenas aos depositantes das patentes, mas também às empresas concorrentes, aos inovadores e ao mercado em geral, uma vez que desencorajam inovações futuras e criam insegurança jurídica. O autor também destaca como dano causado aos depositários de patentes a redução do tempo sobre o qual estes mantêm a proteção sobre as patentes, uma vez que este tempo é contado a partir da data de depósito, e não da data de concessão.

Com relação ao Estado de Origem das patentes brasileiras, da totalidade de 92 registros encontrados, 21 não apresentavam informações. A Figura 7 apresenta as informações de origem, dos 71 registros restantes.

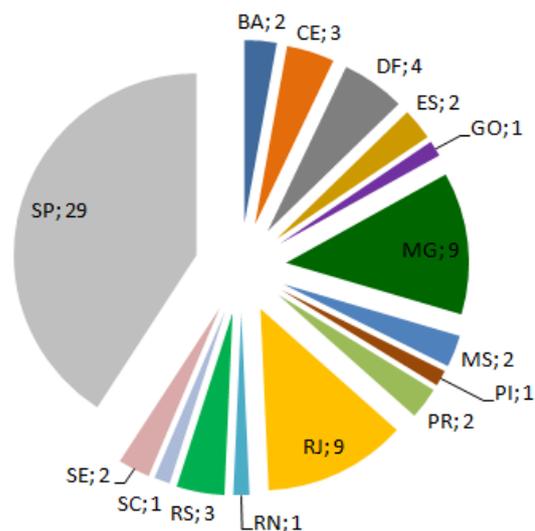


Figura 7: Número de registro de patentes brasileiras por Estado
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Nota-se a dominância da região Sudeste do país sobre os registros de patentes, com São Paulo se destacando como o estado com o maior número de patentes brasileiras registradas no país, que representam 40,8% do total de registros encontrados. Em seguida aparecem os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, ambos com representatividades de 12,7% e também localizados na região Sudeste do país. Somado os registros do Espírito Santo a estes três estados, têm-se uma representatividade de 69,0% da região Sudeste do país sobre o registro de patentes envolvendo a energia eólica. Em seguida se destaca a região Nordeste (12,7% dos registros), Centro-Oeste (9,9% dos registros) e Sul (8,4% dos registros). A região Norte do país não apresentou nenhuma registro de patente para a pesquisa realizada.

Em relação ao patenteamento por regiões do país, Gonçalves (2007) aponta que a distribuição de patentes per capita no Brasil não ocorre de forma aleatória, existindo uma polarização Norte-Sul. Nesta polarização as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentam baixa atividade tecnológica, segundo o autor, enquanto que as regiões Sul e Sudeste apresentam elevado padrão de inovação. Neste sentido, os resultados encontrados nesta pesquisa destoam do padrão nacional destacado pelo autor, com o Nordeste e Centro-Oeste se sobressaindo sobre a região Sul. Tal fato aponta que, apesar da baixa atividade tecnológica da região nordestina, o predomínio do uso da tecnologia eólica para a geração de

energia nesta região (82,2% da geração total brasileira concentra-se no Nordeste, conforme apontado anteriormente) contribuiu positivamente para a intensificação das atividades de patenteamento relacionadas à geração eólica.

Outro ponto importante a ser levado em consideração para explicar desempenhos distintos das regiões brasileiras sobre o patenteamento é a influência das universidades. Póvoa (2010) aponta que as universidades brasileiras têm se destacado no patenteamento principalmente a partir da segunda metade dos anos 90. Dagnino e Da Silva (2009) apontam que, em uma pesquisa realizada pelos autores, as patentes acadêmicas do Brasil representam 59% dos depósitos nacionais. Os autores destacam ainda que, entre 2001 e 2008, as universidades realizaram 1.359 depósitos de patentes no país, contra apenas 933 depósitos de empresas. Dagnino e Da Silva (2009) também ressaltam que nos EUA, um dos líderes mundiais em patenteamento, as patentes acadêmicas representam apenas 3% do total de registros do país, e que a diferença está sobretudo relacionada ao gasto em P&D empresarial norte-americano. Os autores destacam que as empresas norte-americanas, responsáveis pelo sucesso de patenteamento do país, não vêem a criação de patentes como o resultado principal das suas atividades de P&D. Segundo os autores, estas empresas visam sobretudo a incorporação do novo conhecimento gerado, em atividades de P&D, nas pessoas que trabalham na empresa.

Desta forma, a diferença no número de patentes nas diversas regiões do país pode estar relacionada ao desempenho das atividades acadêmicas de cada região. Uma vez que o registro de patentes acadêmicas é feito pelas pessoas físicas que participaram do desenvolvimento da patente, uma pesquisa mais minuciosa sobre os dados individuais de todos os depositários do tipo pessoa física é necessária para verificar se a tendência apontada por Dagnino e Da Silva (2009) e Póvoa (2010), referente aos registros de patentes acadêmicas, se mantém para as patentes relacionadas à energia eólica.

Em relação ao conteúdo das patentes registradas, analisou-se a área tecnológica à qual os registros de patentes pertencem, através da Classificação Internacional de Patentes (IPC). O IPC é um sistema de classificação internacional, utilizado pelo INPI, que divide as áreas

tecnológicas em seções de A à H, onde cada seção representa o corpo completo de conhecimentos que pode ser considerado como próprio do campo das patentes de invenção. Dentro de cada seção existem subclasses, grupos principais e grupos secundários, utilizados de acordo com um sistema hierárquico. As oito seções utilizadas e suas respectivas áreas de conhecimento são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Seções do IPC e suas respectivas áreas de conhecimento

SEÇÃO	ÁREA DE CONHECIMENTO
SEÇÃO A	Necessidades Humanas
SEÇÃO B	Operações de Processamento; Transporte
SEÇÃO C	Química; Metalurgia
SEÇÃO D	Têxteis; Papel
SEÇÃO E	Construções Fixas
SEÇÃO F	Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
SEÇÃO G	Física
SEÇÃO H	Eletricidade

Fonte: INPI (2017).

De acordo com a classificação das referidas seções, o conteúdo das 500 patentes registradas no INPI para o tema e período analisado, menos 3 patentes que se encontravam sem registro de IPC, é apresentado na Figura 8.

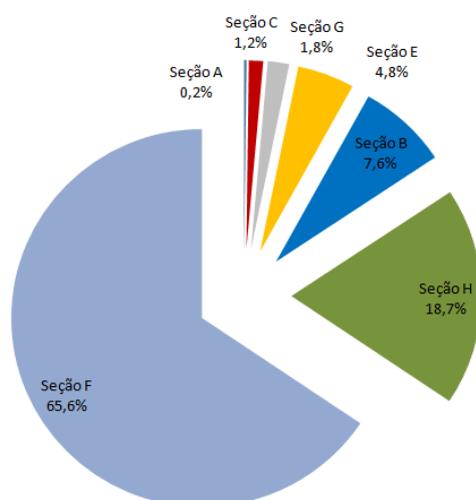


Figura 8: Representatividade do total de patentes registradas de acordo com as seções do IPC

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Percebe-se aqui o predomínio da Seção F, relacionada à "Engenharia Mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosão". Tal relevância deve-se à característica de principal interesse da chave de pesquisa utilizada (energia eólica), que é o uso da tecnologia eólica para converter energia mecânica em energia elétrica, e destaca que a maior parte dos registros de patentes relaciona-se principalmente a este fim.

Já entre os 92 registros de patentes brasileiras encontrados, 1 estava sem classificação. O conteúdo destes registros, de acordo com a seção de conhecimento, é apresentado na Figura 9.

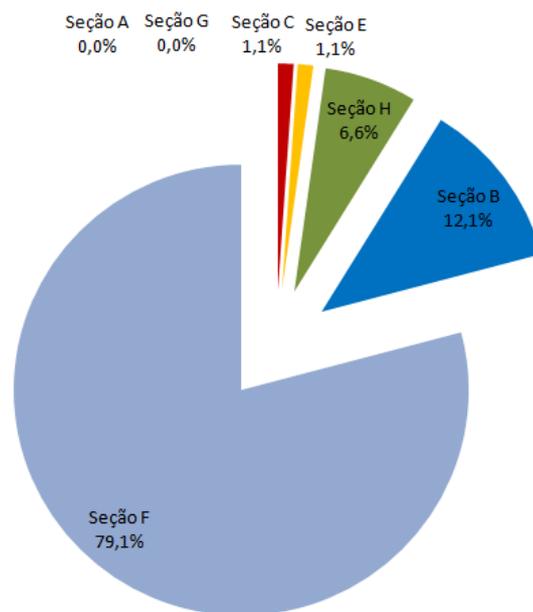


Figura 9: Representatividade das patentes brasileiras registradas de acordo com as seções do IPC

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Percebe-se aqui que os registros de patentes de origem brasileira apresentam uma representatividade ainda maior da Seção F, enquanto que as Seções A e G, relacionadas às áreas de "Necessidades humanas" e "Física", respectivamente, não apresentam quaisquer registros. A Seção H, relacionada à área de "Eletricidade" também diminui a representatividade dentre os registros brasileiros em comparação com ao total de registros, enquanto que a representatividade da Seção B, relacionada a "Operações de processamento e transporte", aumenta consideravelmente. A redução de representatividade da Seção H em especial pode ser aferida à carência de

conhecimento nacional em tecnologia microeletrônica e automação, áreas subdesenvolvidas no país (ABDI, 2014). O ABDI (2014) também aponta que este tipo de conhecimento é vital para o desenvolvimento de subcomponentes de alta tecnologia do setor eólico, como sistemas de controle, sensores, anemômetros, caixas multiplicadoras, etc.

Já o aumento da representatividade dos registros na seção B pode estar relacionado à distância existente entre aglomerações de fornecedores de alguns itens do setor eólico (como os relacionados à indústria metal-mecânica do Sudeste) e pontos de geração (concentrados principalmente na região Nordeste), e aos custos de transporte elevados em função desta distância. Considerando que algumas partes constituintes de uma turbina eólica possuem grandes dimensões, como as pás que chegam a 60 metros de comprimento ou pré-moldados que pesam várias toneladas, têm-se complicações logísticas que parecem contribuir positivamente para o patenteamento relacionado à esta área.

Dentre os registros de patentes encontrados para a Seção F, que é a seção com a maior representatividade dos resultados encontrados, seis subclasses se destacam pelo número de ocorrências. Estas subclasses relacionam-se ao código F03D, que abrange as competências relacionadas a motores movidos a vento. As seis subclasses mencionadas e as suas competências são apresentadas na Tabela 2, junto com uma subclasse restante que abrange todos os outros registros restantes da seção F.

Tabela 2: Subclasses do IPC e suas respectivas competências

Subclasses	Competências
F03D 1	Motores a vento com o eixo de rotação substancialmente paralelo para o fluxo de ar na entrada do rotor
F03D 3	Motores a vento com o eixo de rotação substancialmente perpendicular ao fluxo de ar na entrada do rotor
F03D 5	Outros motores eólicos
F03D 7	Controle dos motores a vento
F03D 9	Adaptações de motores a vento para uso especial; Combinações de motores a vento com aparelhos por eles acionados
F03D 11	Detalhes, peças ou acessórios não incluídos nos, nem pertinentes aos outros grupos desta subclasse
Outros	Competências restantes que não se enquadrem nas acima citadas

Fonte: INPI (2017).

A Figura 10 apresenta uma comparação entre as ocorrências das subclasses do IPC citadas, relativas à Seção F, para o número total de patentes registradas e para as patentes de origem brasileira.

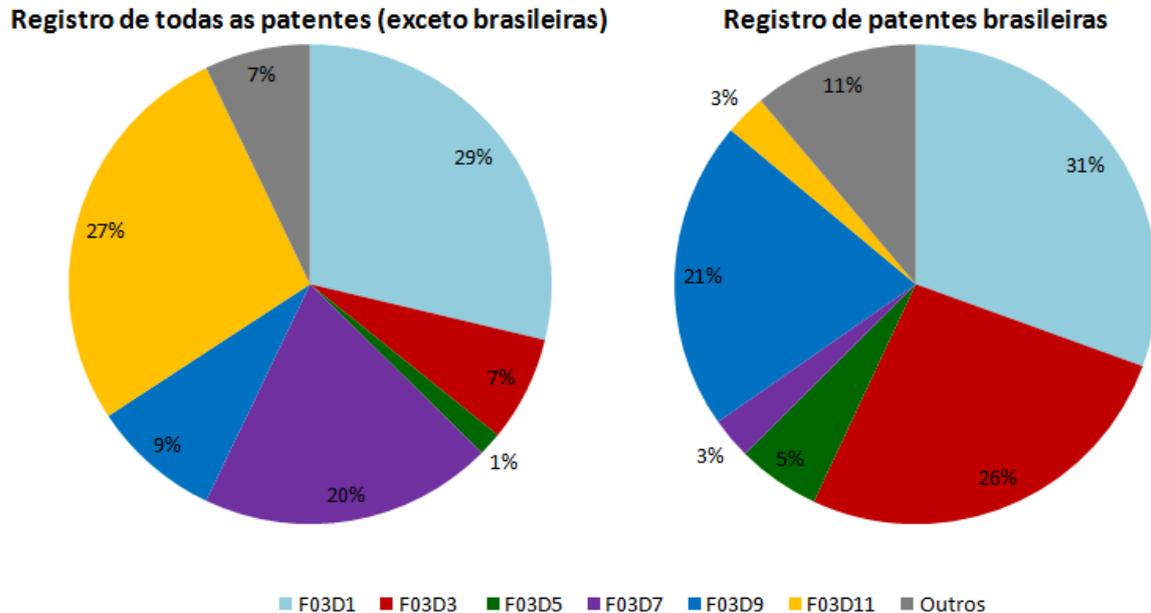


Figura 10: Comparação entre as competências da totalidade de patentes registradas e as patentes de origem brasileira

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

De acordo com a Figura 10, nota-se maior representatividade brasileira principalmente das subclasses F03D 3, F03D 5 e F03D 9. Já o registro de todas as patentes possui maior destaque em relação às patentes brasileiras principalmente para as subclasses F03D 7 e F03D 11. Tais informações destacam novamente divergências entre as patentes de origem brasileira e os registros de outros países. O aumento da participação das subclasses F03D 3 e F03D5 mostra que a exploração de outros tipos de motores a vento, que não o F03D 1, possui uma representatividade maior no Brasil do que em outros países. Tal fato destaca novamente a característica do país de patenteamento individual de pessoas físicas: enquanto a subclasse F03D 1 é conhecida por apresentar os maiores coeficientes de geração, sendo os tipos de motores mais utilizados para geração eólica no Brasil e no mundo, as outras subclasses apresentam um potencial menor de geração, atraindo menos a atenção de empresas do setor. Desta maneira, dado o baixo patenteamento das empresas envolvidas com a geração eólica no país, a representatividade do

patenteamento individual, motivado muitas vezes por preferências e ideias pessoais, torna-se maior.

Já a baixa representatividade da subclasse F03D 7 destaca novamente carências de conhecimentos brasileiros, em especial em relação à tecnologia microeletrônica e de automação, necessária para o desenvolvimento de dispositivos de controle. A maior representatividade da subclasse F03D 9, por sua vez, aponta a falta de domínio brasileiro sobre a tecnologia de geração eólica: apesar dos ventos brasileiros serem diferentes dos ventos da América do Norte e da Europa, conforme apontado em Da Silva et al., (2005), os equipamentos de geração utilizados no país são os mesmos utilizados para os ventos norte-americanos e europeus. Tal situação aponta que as atividades relacionadas à geração eólica no Brasil se concentram, mais do que em outros países, em adaptar e combinar equipamentos desenvolvidos para outros ventos às condições dos ventos nacionais. Por fim, as patentes das subclasses restantes (F03D 11 e outros) englobam uma variedade de exceções, que demandariam uma análise individual para fornecer mais informações.

A Figura 11 apresenta as patentes de origem brasileira relacionadas à Seção F, de acordo com o ano de registro.

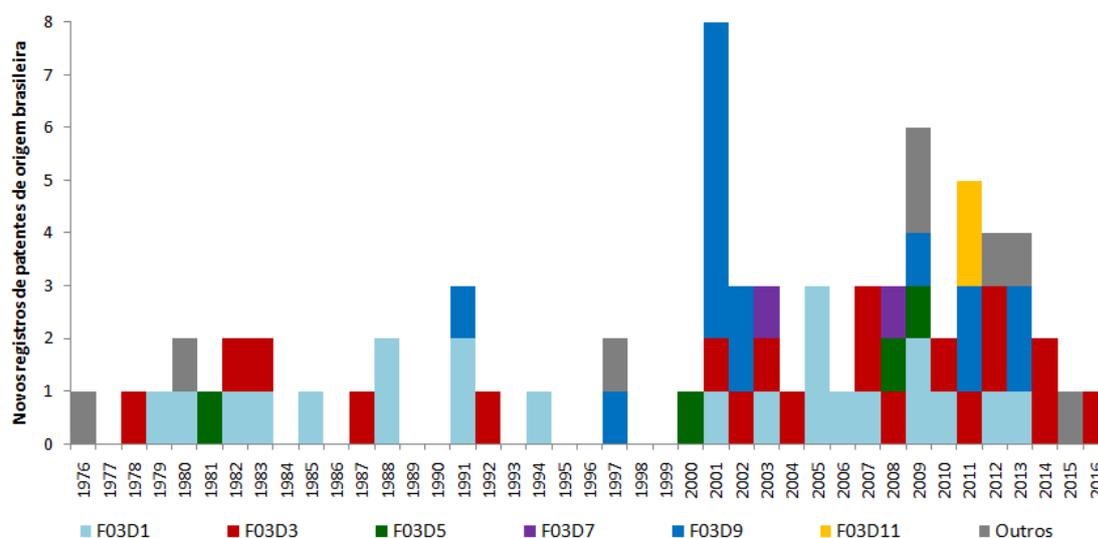


Figura 11: Registro ao longo do tempo das patentes brasileiras relacionadas à Seção F
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INPI (2018).

Percebe-se pela Figura 11 que existem comportamentos distintos no registro de patentes de origem brasileira, observados em 3 períodos de tempo específicos. No primeiro período, de 1976 à 2000, são encontradas

aparções casuais de registros de patentes sobre a energia eólica, ocasionalmente separados por dois anos entre um registro e outro. Este período compreende a entrada em operação da primeira usina eólica brasileira, em 1991, ano em que surge também a primeira ocorrência de patente da subclasse F03D 9, referente à adaptações e combinações de motores a vento. Predominam neste período as patentes das subclasses F03D 1 (45,4% das ocorrências) e F03D 3 (22,7% das ocorrências).

O segundo período, verificado de 2001 à 2008, apresenta um aumento significativo do patenteamento da subclasse F03D 9, relacionada a adaptações e combinações de motores a vento, que predomina neste período (32,0% dos registros ocorridos neste período). Em seguida aparecem novamente as subclasses F03D 1 e F03D 3, ambas com representatividade de 28,0%. Verifica-se ainda que as ocorrências relacionadas à subclasse F03D 1 acontecem principalmente nos 3 anos seguintes após 2004. Vale destacar aqui foi em 2004 que o Proinfa realizou o seu primeiro leilão de incentivo, que proporcionou uma contratação histórica da fonte eólica em relação à capacidade eólica instalada na época. Tal fato aponta que a contratação eólica em 2004 contribuiu para o aumento da exploração de motores a vento da subclasse F03D 1, na medida em que as usinas eólicas contratadas foram sendo construídas.

Finalmente, no terceiro período, verificado a partir de 2009, é observado um aumento da diversidade das subclasses patenteadas, com a primeira aparição da subclasse F03D 11, que teve duas ocorrências em 2011. A maior diversidade das subclasses patenteadas também é observada na distribuição de representatividade das patentes: a subclasse com o maior volume de registros é a F03D 3 (28,0%), seguida pelas subclasses F03D 1, F03D 9 e Outros, todas com 20% de representatividade cada. Dado que a partir de 2009 a energia eólica começou a concorrer regularmente nos leilões regulados de energia brasileiros, percebe-se que a partir de então o número anual de registros brasileiros passa a apresentar uma correlação com a contratação da fonte eólica nos leilões. Para fins de comparação, a Figura 12 apresenta os dados de contratação da fonte eólica nos leilões regulados de energia brasileiros.

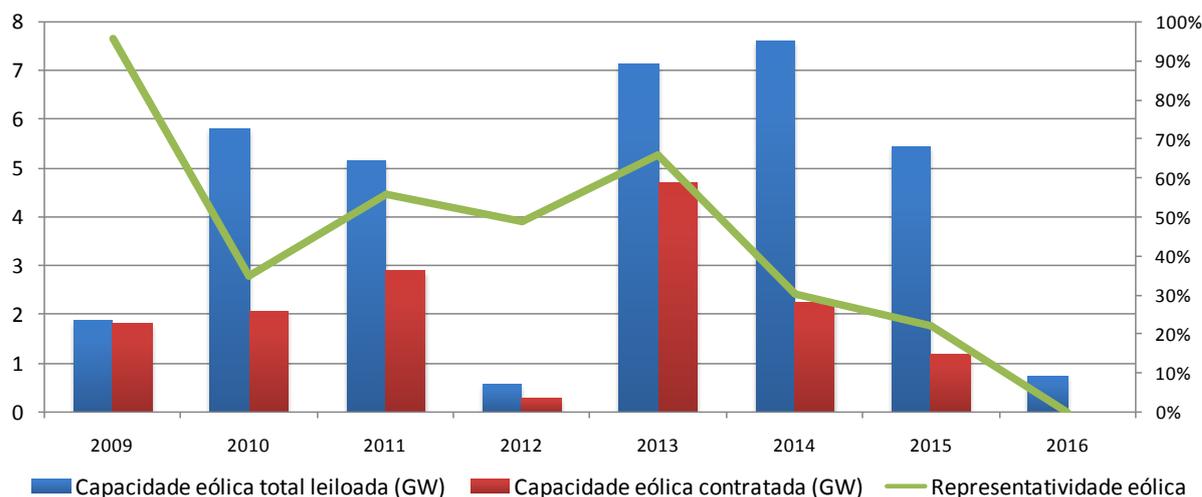


Figura 12: Capacidade total leiloadada e capacidade eólica contratada em leilões regulados de energia brasileiros

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da CCEE (2017).

Comparando as figuras 11 e 12, percebe-se que valores maiores de representatividade de contratação da fonte eólica (ou seja, quando a fonte eólica se destaca mais em relação às fontes concorrentes nos leilões) resultam em um aumento do número do registro de patentes. Os maiores valores de representatividade de contratação eólica ocorrem nos anos de 2009, 2011, 2012 e 2013, que são exatamente os mesmos anos em que ocorre o maior número de registro de patentes da classe F03D analisada.

Ainda foram analisados os investimentos em P&D feitos no setor. Cabe aqui destacar a importância da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para o incentivo às atividades de P&D das empresas do setor de energia. A ANEEL foi responsável pela criação, em 24 de julho de 2000, do Programa de Eficiência Energética (PEE), que estabeleceu que as empresas de distribuição, concessionárias e permissionárias são obrigadas a investir no mínimo 0,5% de suas receitas operacionais líquidas em programas de eficiência energética no uso final de energia. Com o montante arrecadado pelo PEE, a ANEEL realiza chamadas estratégicas para a realização de projetos visando incentivar a inovação para as diferentes fontes energéticas (ANEEL, 2015).

No entanto, apesar do incentivo a atividades de P&D deste programa, os investimentos voltados especificamente à energia eólica ainda são baixos. Segundo relatório da CGEE (2012), as empresas participantes do PEE investiram aproximadamente R\$ 19 milhões de reais no tema energia

eólica nos primeiros 11 anos do programa, equivalente a apenas 0,6% do montante total do PEE, ou a 3,6% do total investido em energias renováveis pelo programa. Na segunda fase do PEE os valores destinados à energia eólica continuaram baixos, representando apenas 1% do total disponibilizado pelo programa ou o equivalente a 6% do total investido em energias renováveis pelo PEE. A chamada 017, de 2013, foi a única identificada destinada especialmente à energia eólica. A chamada envolveu o montante de R\$ 253.226.771,94 reais destinados à contratação de projetos sobre o tema "Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Energia Eólica" (ANEEL, 2015).

Dados da mais recente PINTEC, realizada pelo IBGE (2016), ajudam a entender melhor os investimentos em P&D das empresas brasileiras do setor de eletricidade e gás. A PINTEC destaca o baixo investimento das empresas deste setor em P&D, equivalente à 0,57% da receita líquida de vendas das empresas e bastante inferior à média de 2,54% dos outros setores incluídos na pesquisa. Mesmo nas empresas inovadoras do setor de eletricidade e gás a proporção dos gastos em atividades internas de P&D, em relação ao faturamento total das empresas, é baixa, tendo inclusive diminuído de 0,23%, em 2011, para 0,17% em 2014 (IBGE, 2016).

A PINTEC aponta ainda que, dentre as empresas brasileiras do setor de eletricidade e gás que implementaram inovações de produto ou processo (tidas como empresas inovadoras), as principais fontes de informação utilizadas pelas empresas deste setor são fornecedores (83,9% das respostas), outras áreas da empresa (77,6%) e empresas de consultoria (59,1%). As universidades aparecem só em seguida, apontadas como importantes por menos de metade dos respondentes da pesquisa (46,6%). No entanto, as universidades também são apontadas pelas empresas inovadoras do setor de eletricidade e gás como as parceiras mais importantes para cooperação, com 82,2% das respostas, seguidos pelas empresas de consultoria (63,0%) e pelos centros de capacitação profissional e assistência técnica (54,3%). Entre os gastos de empresas inovadoras do setor de Eletricidade e gás em atividades inovativas, a maior parte está relacionada à aquisição externa de P&D (0,26%), atividades internas de P&D (0,17%) e aquisição de máquinas e equipamentos (0,09%). Outra informação importante destacada pela PINTEC relaciona-se

aos motivos apontados pelas empresas para não inovar. No setor de eletricidade e gás, os principais motivos apontados pelos respondentes são as condições do mercado, (65,7% das respostas), seguidas por inovações prévias (23,7%) e outros fatores impeditivos (10,6%).

Estes dados possibilitam identificar o comportamento das empresas do setor de eletricidade e gás no que se refere às atividades de P&D: apesar das empresas do setor não acompanharem o desenvolvimento de novos conhecimentos pelas universidades, estas são a primeira opção para desenvolver projetos em cooperação com as empresas. Considerando que o incentivo à inovação é orientado principalmente em informações providas por fornecedores, outras áreas da empresa e empresas de consultoria, percebe-se um comportamento reativo das empresas brasileiras do setor no que se refere às atividades de P&D: informações vindas de pares atuando no mesmo mercado orientam a tomada de atitudes inovativas, que se concentram sobretudo na aquisição externa de P&D para suprir as novas demandas identificadas. Assim, as empresas brasileiras do setor não desenvolvem competências internas, sendo conduzidas pelas variações do mercado. Ao mesmo tempo, as condições do mercado são apontadas como as maiores impeditivas à inovação, destacando que as empresas do setor se sentem ameaçadas em inovar até que surja a necessidade de reagir à uma nova condição do mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo mapeou a produção de patentes relacionadas a energia eólica no Brasil. Para isso, foram utilizados dados de registros de patentes sobre energia eólica, disponibilizados pelo INPI, e informações de relatórios do CGEE e IBGE. Entre os resultados, destacou-se o pequeno número de patentes de origem brasileira desenvolvidas sob o tema, além da baixa participação de empresas nacionais no patenteamento.

Verificou-se ainda a notável relevância da região Sudeste do país para o desenvolvimento de patentes sobre este tema, responsável pelo registro de mais de dois terços das patentes de origem nacional. Ainda foi constatada a importância da expansão da capacidade de geração eólica brasileira para o aumento das atividades de patenteamento sobre este

tema. Além de contribuir para o aumento do patenteamento da região Nordeste, considerada nacionalmente pouco ativa no desenvolvimento de patentes, a atuação da fonte eólica nos leilões regulados de energia brasileiros mostra que altos índices de contratação desta fonte contribui para um aumento no número de registro de patentes relacionadas ao tema energia eólica.

Também constatou-se que o predomínio da participação de pessoas físicas no registro de patentes relacionadas à energia eólica reflete-se no conteúdo destas patentes, que explora outros tipos de motores a vento além dos comumente utilizados no setor industrial. Além disso, o conteúdo das patentes de origem brasileira permite constatar carências de conhecimentos nacionais em algumas áreas específicas, como as relacionadas à tecnologia microeletrônica e de automação, e destaca o baixo nível de desenvolvimento nacional sobre a tecnologia de geração eólica, visualizada principalmente na elevada representatividade de patenteamentos referentes a adaptações e combinações de motores a vento.

Finalmente, em relação às atividades de P&D desenvolvidas no país, destaca-se o baixo interesse das empresas nacionais envolvidas com a geração eólica neste tipo de atividade. Além do volume baixo de investimentos em P&D, o comportamento das empresas brasileiras do setor de eletricidade baseia-se sobretudo na terceirização destas atividades às universidades. Desta forma, as empresas brasileiras do setor elétrico conduzem suas atividades inovativas de forma reativa às demandas percebidas no mercado, sem tentar desenvolver capacidade interna própria adequada à condução de projetos de P&D.

Como principais limitações desta pesquisa destaca-se o uso de apenas uma subclasse do IPC por patente para realizar a análise dos registros de patentes. Outra limitação deste trabalho é a ausência de uma análise sobre os dados individuais dos depositários de patentes brasileiros, que poderia ajudar a identificar as patentes acadêmicas, depositadas por pessoas relacionadas às universidades. Considerando a possível relevância do patenteamento acadêmico para o desenvolvimento da tecnologia de geração eólica no país, recomenda-se para futuros trabalhos a condução de

uma análise específica para verificar esta possibilidade nos registros brasileiros relacionados à energia eólica.

REFERENCIAS

ABDI. Mapeamento da cadeia produtiva da indústria eólica no Brasil. *Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior*, 2014. Disponível em: < <http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1410360044.pdf> >.

ABEEÓLICA. Annual Wind Power Generation Report. 2017. Disponível em: < http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/06/424_Boletim_Anuual_de_Geracao_Eolica_2016_Ingles_Final.pdf >.

ANEEL. Boletim de Informações Gerenciais - 3º trimestre de 2016. *Informações Gerenciais*, 2016. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+3%C2%B0+trimestre+de+2016/a4192798-adf3-4902-b2ae-098033e69f5c> >.

BERGEK, A. et al. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 1485359165, v. 37, n. 3, p. 407-429, 2008. ISSN 0048-7333.

CCEE. Resultado consolidado dos leilões - 02/2017. 2017. Disponível em: < https://www.ccee.org.br/ccee/documentos/CCEE_386119 >.

CGEE. Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil. *Série Documentos Técnicos*, 2012. Disponível em: < <http://www.cgge.org.br/atividades/redirect/7860> >.

DA SILVA, N. F.; ROSA, L. P.; ARAÚJO, M. R. The utilization of wind energy in the Brazilian electric sector's expansion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1485359563, v. 9, n. 3, p. 289-309, 2005. ISSN 1364-0321.

DA SILVA, N. F. et al. Wind energy in Brazil: From the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1487527394, v. 22, p. 686-697, 2013. ISSN 1364-0321.

DA SILVA, R. C.; DE MARCHI NETO, I.; SEIFERT, S. S. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1485356995, v. 59, p. 328-341, 2016. ISSN 1364-0321.

DAGNINO, R.; DA SILVA, R. B. As patentes das universidades públicas. *Revista Economia & Tecnologia*, 1525113660, v. 5, n. 3, 2009. ISSN 2238-1988.

DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L. E. T.; GOMES, L. L. Can the regulated market help foster a free market for wind energy in Brazil? *Energy Policy*, 1487527174, v. 66, p. 303-311, 2014. ISSN 0301-4215.

E ALBUQUERQUE, E. D. M. Domestic patents and developing countries: arguments for their study and data from Brazil (1980–1995). *Research policy*, 1525031338, v. 29, n. 9, p. 1047-1060, 2000. ISSN 0048-7333.

EPE. Plano decenal de expansão de energia 2024. *Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético*, p. 467, 2015. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Decenal-de-Expansao-de-Energia-2024> >.

_____. Custo Marginal de Expansão CME - Metodologia e Cálculo 2016. 2016. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/NT-EPE-DEE-RE-010-2016-r0.pdf> >.

EWEA. The economics of wind energy. 1525019513, 2009.

FILGUEIRAS, A. T. M. V. E. S. Wind energy in Brazil—present and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1485357416, v. 7, n. 5, p. 439-451, 2003. ISSN 1364-0321.

FURTADO, A. T.; PERROT, R. Innovation dynamics of the wind energy industry in South Africa and Brazil: technological and institutional lock-ins. *Innovation and Development*, 1490688083, v. 5, n. 2, p. 263-278, 2015. ISSN 2157-930X.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, 1494617294, v. 5, p. 61, 2002.

GONÇALVES, E. O padrão espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 1525038979, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007. ISSN 0101-4161.

GREEN, R.; VASILAKOS, N. The economics of offshore wind. *Energy Policy*, 1524951098, v. 39, n. 2, p. 496-502, 2011/02/01/ 2011. ISSN 0301-4215. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510007615> >.

GWEC. Global Wind Energy Outlook 2016. 2016. Disponível em: < <http://www.gwec.net/publications/global-wind-energy-outlook/> >.

HEKKERT, M. P. et al. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 1485359366, v. 74, n. 4, p. 413-432, 2007. ISSN 0040-1625.

HOSS, E. Delays in Patent Examination and their implications under the TRIPS Agreement. 1525036859, 2012.

IBGE. Pesquisa de Inovação 2014. 1525267812, 2016. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=299007> >.

INPI. Base Patentes. *Consulta à Base de Dados do INPI*, Disponível em: < <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> >. Acesso em: 23/04/2018.

_____. Publicação IPC. 2017. Disponível em: < <http://ipc.inpi.gov.br/> >. Acesso em: 23/04/2018.

IRENA. REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation. 1525268745, 2017. Disponível em: < http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf >.

JUÁREZ, A. A. et al. Development of the wind power in Brazil: Political, social and technical issues. *Renewable and sustainable energy reviews*, 1485356891, v. 39, p. 828-834, 2014. ISSN 1364-0321.

JÚNIOR, S. S. G.; DA SILVEIRA MOREIRA, J. D. J. O backlog de patentes no Brasil: o direito à razoável duração do procedimento administrativo. *Revista Direito GV*, 1525036373, v. 13, n. 1, p. 171-203, 2017. ISSN 2317-6172.

KAMP, L. Learning in wind turbine development-A comparison between the Netherlands and Denmark. 2002. *Utrecht: Utrecht University*, 1494617564, 2002.

LAKATOS, E. M.; DE ANDRADE MARCONI, M. *Metodologia científica*. Atlas São Paulo, 1991. ISBN 8522406413.

LEUSIN, M. E.; ZUCCO, L. H.; MALDONADO, M. U. Energia eólica no Brasil: análise do comportamento atual e cenários futuros utilizando Dinâmica de Sistemas. 1517711384, 2016.

MCDOWALL, W. et al. The development of wind power in China, Europe and the USA: How have policies and innovation system activities co-evolved? *Technology Analysis and Strategic Management*, 1492963377, v. 25, n. 2, p. 163-185, 2013.

PEREIRA, M. G. et al. The renewable energy market in Brazil: Current status and potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1490693395, v. 16, n. 6, p. 3786-3802, 2012. ISSN 1364-0321.

PÓVOA, L. M. C. A universidade deve patentear suas invenções? *Revista Brasileira de Inovação*, 1523053026, v. 9, n. 2, p. 231-256, 2010. ISSN 2178-2822.

PRADO, F. A. et al. How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1485357153, v. 53, p. 1132-1136, 2016. ISSN 1364-0321.

SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; JUNIOR, A. O. P. The effect of windpower on long-term variability of combined hydro-wind resources: The case of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1485357276, v. 55, p. 131-141, 2016. ISSN 1364-0321.

WWF BRASIL. Desafios e Oportunidades para a energia eólica no Brasil: recomendações para políticas públicas. 2015. Disponível em: < <http://data.novo.gessulli.com.br/file/2015/09/10/E142912-F00001-U138.pdf> >.