

Inovação no setor de eletricidade do Brasil: avaliação da evolução dos indicadores aplicados à energia eólica

Alexsandra Maria de Almeida Soares¹, Julia Norat Cavalcanti², Paula Meyer Soares³

Resumo

A participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira vem sendo ampliada desde os anos 2000 e as políticas públicas de fomento têm papel importante nessa expansão. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) e os incentivos voltados à inovação têm propiciado a consolidação do setor. O presente artigo expõe uma análise da inserção da fonte eólica na matriz elétrica, incluído a observação da evolução de alguns indicadores de inovação, como gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); ranking de obstáculos para a inovação; e uso de financiamento público e privado. A metodologia tomou como base dados secundários e primários de capacidade

Abstract

The participation of renewable sources in the Brazilian energy matrix has been expanding since the 2000s, and the public development policies play an important role in this expansion. The Incentive Program for Alternative Sources of Electric Energy (Proinfa) and the incentives aimed at innovation have led to the consolidation of the sector. This article presents an analysis of the insertion of the wind source in the electrical matrix, including the observation of the evolution of some innovation indicators, such as Research and Development (R&D) expenditure; ranking of goals for innovation; and use of public and private funding. The methodology was based on secondary and primary data on installed

1 Bacharel em Ciências Ambientais pela Universidade de Brasília (UnB) (2016), mestranda no Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB (2019) e especialista em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro Universitário de Brasília (UnICEUB) (2018).

2 Bacharel em Ciências Ambientais pela UnB (2017), mestranda no CDS da UnB (2019) e especialista em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo UnICEUB (2018).

3 Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade de Fortaleza (Unifor) (1990), mestre e doutora em Economia pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-Eaesp). Professora da Faculdade UnB Gama (FGA) e do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (Profniti) da UnB.

instalada, investimentos e número de patentes, a partir de publicações como Pintec e boletins da ABEEólica. Os resultados mostram que, apesar do Brasil ter um potencial enorme no segmento de energia eólica, as inovações estão alocadas em países desenvolvidos como Estados Unidos, Dinamarca e Alemanha. Essa concentração é resultado das sinergias existentes nos sistemas de inovação desses países, que investem fortemente no aprimoramento dessa tecnologia.

capacity, investments and number of patents based on publications such as Pintec and ABEEólica bulletins. The results show that, despite Brazil having a huge potential in the wind energy segment, the innovations are located in developed countries like in the United States, Denmark and Germany. This concentration is the result of existing synergies in the country's innovation systems, which invest heavily in the improvement of this technology.

Palavras-chave: Fonte eólica. Pesquisa e inovação.

Keywords: Wind source. Research and innovation.

1. Introdução

O crescente aumento populacional nos últimos anos intensificou a exploração mundial dos recursos naturais. Os avanços tecnológicos advindos desde a Revolução Industrial incentivaram a produção de bens e serviços.

Por outro lado, em razão da crescente emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, vários países têm sido pressionados a cumprirem metas de redução de poluentes e de preservação do meio ambiente.

Nos anos 70, as discussões direcionadas à promoção do crescimento econômico ocorreram voltadas aos pilares da sustentabilidade. Especialistas, pesquisadores e cientistas viram que o alcance do desenvolvimento sustentável exigia ações plurais e interdisciplinares e que envolvessem os eixos: econômico, social e ambiental de modo a assegurar, às gerações futuras, o acesso aos recursos naturais. Essa preocupação está descrita no relatório intitulado *Os Limites do Crescimento*, lançado pelo Clube de Roma em 1972 e, nos anos 2000, reforçado no relatório *O futuro é agora: ciência para alcançar o desenvolvimento sustentável*, onde são evidenciadas soluções para os complexos problemas relacionados à mudança climática, à sustentabilidade das cidades e aos desafios que a sociedade enfrenta neste início de século (PAULSEN, 2019).

Desde a concepção do setor elétrico brasileiro, nos anos 60, a prioridade do país, na área de energia, era a construção de uma matriz energética assentada em fontes limpas e renováveis. Em verdade, a oferta abundante de insumos “limpos” - grandes vazões de rios - propiciou a geração de energia elétrica a partir do uso dessas fontes renováveis, com destaque para o recurso hídrico.

Nos anos 2000, após o Brasil enfrentar uma crise de suprimento energético, conhecida como “apagão”, o País iniciou-se um movimento de incentivo à exploração e ao uso de outras fontes de energia, ou seja, eólica e solar, por exemplo.

A inserção do uso da fonte eólica e de outras fontes de energia na matriz brasileira propiciou uma expansão da capacidade de geração elétrica. Por outro lado, a velocidade de disseminação do uso desses recursos energéticos requer a adoção de políticas públicas energéticas de inovação capazes de fomentar a disseminação de seu uso por parte de indivíduos e empresas. Sabe-se que, por meio desses mecanismos, é possível imprimir competitividade e atratividade para o setor (CASSIOLATO; LASTRES, 2000; VELOSO FILHO; NOGUEIRA, 2006).

No mundo, as fontes renováveis representam 5,6% da matriz elétrica e são compostas pelas fontes solar, eólica e geotérmica. Se somadas aos recursos hídricos e de biomassa, esse percentual sobe para **18,9%** (EPE, 2018).

Este artigo expõe uma avaliação da inserção do uso da fonte eólica na geração de energia elétrica no Brasil, incluindo a observação sobre a evolução de alguns indicadores de inovação, como gastos em P&D; *ranking* de obstáculos para a inovação; uso de financiamento público e privado; e patentes, entre outros.

2. Metodologia

O presente estudo tem caráter descritivo e exploratório, pois busca delinear e analisar um determinado fenômeno de forma abrangente, sem se preocupar em responder a uma questão específica.

A pesquisa exploratória não parte de uma hipótese em particular a ser confirmada, mas tem o propósito de proporcionar familiaridade com um problema (GIL, 2008).

As ideias centrais da investigação são: i) observar a evolução de alguns indicadores de inovação - como gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), *ranking* de obstáculos para a inovação e uso de financiamento público e privado do segmento de energia eólica brasileiro; e ii) relacionar tais indicadores à expansão deste setor nos últimos anos. Uma vez que a inserção de inovação em setores produtivos promove a competitividade e consequentemente o aumento da produtividade, busca-se compreender a existência ou não de tal correlação.

Assim, foi adotada a pesquisa descritiva, em que se procura apresentar uma dada realidade, sem que nela haja interferência (SILVA; CERVO; BERVIAN, 2007).

Do mesmo modo, foram promovidas revisões: bibliográfica, a partir de consultas realizadas em textos, artigos jornalísticos e revistas, entre outros meios; e documental, em fontes como artigos científicos publicados em periódicos qualificados. A pesquisa documental também foi feita por meio de acesso aos dados e demais registros relativos à Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). A coleta de dados secundários foi realizada a partir desses documentos.

Foram utilizados, ainda, indicadores tecnológicos, elencados na Pintec, voltados ao segmento de eletricidade. A Pintec fornece informações para a construção de indicadores relacionados às atividades de inovação tecnológica das empresas brasileiras, tais como: volume de gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - pesquisa básica, pesquisa em desenvolvimento e desenvolvimento experimental -; e outras atividades não relacionadas à P&D - envolvendo a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos -.

A Pintec foi realizada nos anos de 2000, 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014. A partir da edição de 2008, passou a divulgar os resultados de acordo com a nova Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0.

A Pintec segue o Manual de Oslo e, portanto, considera a inovação tecnológica como sendo aquela em que haja a implementação de produtos (bens/serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados (IBGE, 2005).

Os dados da Pintec foram analisados de forma quantitativa referente à inovação realizada no Brasil nos anos de 2009 a 2011 e de 2012 a 2014.

3. Referencial teórico

3.1. Inovação

Em uma sociedade onde as organizações veem a competição nos mercados sendo cada vez mais acirrada, a inovação se constitui em uma das ferramentas para a manutenção de suas posições

e sua sobrevivência. A inovação é relevante por permitir a sobrevivência dessas organizações por meio da criação de: novos produtos; processos mais eficientes e mais baratos; ou mesmo empresas mais alinhadas às necessidades desse mercado (CRUZ; FREZATTI; BIDO, 2015, p. 774).

Para Niosi *et al.* (1993), a inovação pode ser entendida como um processo ligado à noção de tecnologia, que associa o conhecimento técnico à produção de bens e serviços e pode ser definida como: “[...] novos e melhores produtos e processos, novas formas organizacionais, a aplicação da tecnologia existente em novos campos, a descoberta de novos recursos e a abertura de novos mercados” (NIOSI *et al.*, 1993, p. 209).

De acordo com o pensador Schumpeter, as inovações realizadas em laboratórios de universidades ou em estatais são imbuídas de pouca expressão no campo da tecnologia, sendo o mercado das grandes empresas privadas o principal promotor da inovação científica e tecnológica (NIOSI *et al.*, 1993).

Ou seja, a inovação tecnológica tem elementos que provocam pressão no processo de desenvolvimento econômico, gerando efeitos concretos e transformadores, que se desdobram em novos processos e produtos, modificando hábitos e costumes da sociedade (NIOSI *et al.*, 1993).

Brunhera, Baço e Crotti (2015) sustentam que a inovação bem-sucedida não é o resultado apenas de inovação tecnológica, mas depende da gestão de inovação, que inclui a mudança da forma organizacional, de práticas e processos de uma empresa.

A inovação é essencial para a renovação e sobrevivência das organizações. Trata-se de um processo interativo construído a partir da contribuição de vários atores econômicos e sociais, que possuem os mais variados tipos de informações e conhecimentos (LIMA; CARVALHO, 2009).

Freeman (1975) traz uma visão mais amplificada quando aborda, de forma explícita, a movimentação que as instituições sociais causam na política tecnológica e de inovação de um país. Dosi (1998) incorpora, na análise do conceito de inovação, as questões sobre procura, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos à novos processos de produção e formas de organização.

“[...] introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho” (BRASIL, 2004, art. 2º, IV).

Não basta ter uma boa ciência se não houver uma base produtiva. É crucial haver uma política de inovação que fortaleça os laços de cientistas, produtores e consumidores.

O processo de inovação não é concebido isoladamente em uma sociedade, mas dentro de um complexo de organizações ou de instituições de ensino (universidades, institutos de pesquisa). Tratam-se dos sistemas de inovação. No Brasil, o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SINCTI) é formado por: i. agentes políticos - Congresso Nacional, MCTI, secretarias estaduais e municipais, associações de classe -; ii. agências de fomento -, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) -; e iii. operadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) - universidades, institutos de pesquisa, fundações, parques tecnológicos, incubadoras e demais instituições congêneres.

A interação desses atores políticos, de fomento e operadores promove a materialização do processo de inovação tecnológica. A concepção de produtos e processos tecnologicamente novos e aperfeiçoados ofertados no sistema produtivo da sociedade possibilita o incremento da produtividade com a diminuição dos custos de produção.

Como mostra LEMOS, 1999 “[...] a capacidade de gerar e absorver inovações vem sendo considerada, mais do que nunca, crucial para que um agente econômico se torne competitivo” (LEMOS, p.1, 1999).

O avanço e o desenvolvimento econômico de uma sociedade perpassam pela sua capacidade produtiva. Para tanto, é imprescindível a criação de condições para que o processo de inovação se materialize. Ao Estado cabe o papel central de estabelecer as condições indispensáveis à propagação da inovação nos âmbitos institucional, jurídico e político.

Há cerca de 25 anos, o Brasil lançou os primeiros esforços nessa direção da consolidação de uma política de inovação. Na atualidade, temos um sistema de inovação maduro, em que os agentes políticos, as agências de fomento e os operadores de inovação atuam conjuntamente para o avanço das iniciativas inovativas na nossa sociedade.

4. Resultados e discussão

4.1. Setor elétrico brasileiro: panorama da evolução da fonte eólica

A geração de energia elétrica no Brasil utiliza a fonte hídrica como seu principal recurso, sendo que tal fonte ocupa 64% da capacidade total instalada no País (EPE, 2019).

Nos últimos anos, a fonte eólica, por exemplo, ganhou espaço na matriz elétrica brasileira, com capacidade instalada equivalente à fonte de energia obtida a partir da biomassa (9%). O Gráfico 1, elaborado por Oliveira (2019) a partir dos dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), demonstra a capacidade instalada por fonte da matriz elétrica brasileira.

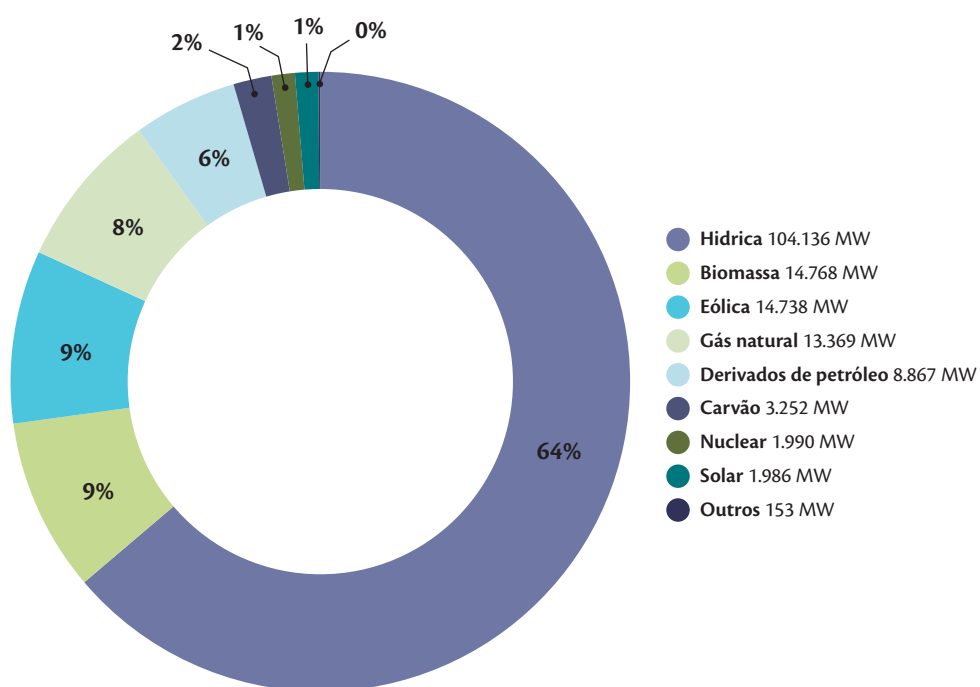


Gráfico 1. Capacidade instalada, em megawatts (MW), por fonte da matriz elétrica brasileira

Fonte: Oliveira (2019).

No âmbito global, a fonte eólica contribui, na atualidade, com aproximadamente 4,8% da energia consumida. A capacidade de geração de energia eólica cresceu 10% em 2018, alcançando 564 gigawatts (GW). A China lidera em termos de produção de energia eólica no mundo, com capacidade instalada equivalente a 185 GW (BP, 2019). Não obstante, a expansão da energia eólica também é uma realidade no Brasil (EPE, 2020).

A expansão da participação da fonte eólica na matriz energética brasileira é notória. Em 2015, 2016 e 2017, respectivamente, a participação era de 3,5%, 5,4% e 6,8% da capacidade de geração total do País. Em números absolutos, significa dizer que 21,54 terawatt-hora (TWh), 33,46 TWh e 42,45 TWh foram os valores gerados de energia pelo segmento eólico (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2017).

Como pode ser verificado no Gráfico 2, a capacidade instalada da fonte eólica no Brasil vem se expandindo de forma significativa no último quinquênio. Em 2016, o País registrava 10,768 GW de capacidade instalada. Em 2020, esse montante era da ordem de 17,747 GW, um crescimento de quase 65% em 5 anos. O acréscimo à capacidade instalada consolida a posição dessa fonte na matriz energética do País para os próximos anos (ABEEólica, 2020).

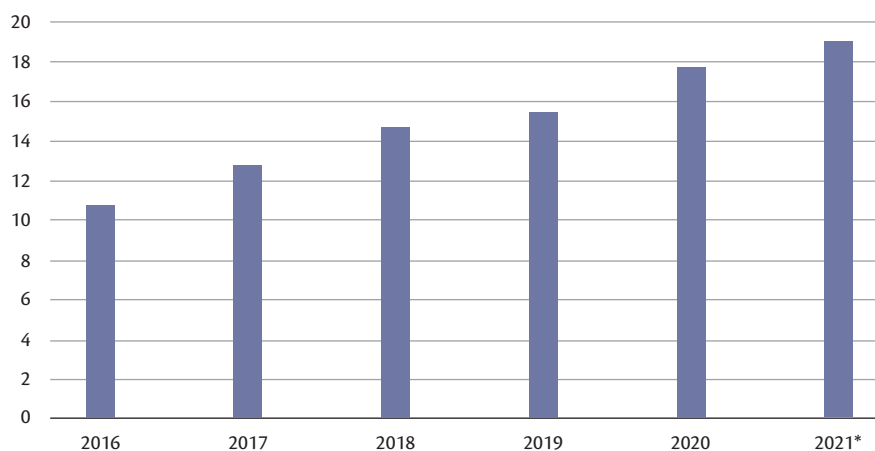


Gráfico 2. Evolução da capacidade instalada da fonte eólica no Brasil, de 2016 a 2021*, em megawatts (MW)

Fonte: (ABEEólica, 2020).

Nota: * Previsão para 2021.

Entre os estados brasileiros com maior potencial de geração de energia eólica, a maioria localiza-se na Região Nordeste. Em 2020, os cinco estados que se destacaram nesse segmento foram: Bahia (16,22 TWh), Rio Grande do Norte (15,59 TWh), Ceará (5,95 TWh) e Piauí (5,91 TWh), em razão da qualidade dos ventos nestas unidades da Federação (ABEEólica, 2020).

De acordo com dados da Global Wind Energy Council (GWEC) e da ABEEólica (2019), o Brasil ocupou, em 2019, o 5º lugar no *ranking* dos países que mais instalaram energia eólica no mundo, tendo alcançado nova capacidade equivalente a 1,94 GW. China (21,20 GW), Estados Unidos (7,58 GW), Alemanha (2,40 GW) e Índia (2,19 GW) ocuparam, sequencialmente, as quatro primeiras posições.

4.2. Políticas públicas voltadas à energia eólica no Brasil

4.2.1. Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica)

Em 2001, diante da crise energética enfrentada pelo Brasil, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (CGCE) publicou a Resolução n.º 24, de 05 de julho de 2001, criando o Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica). Esta Resolução teve como principais objetivos viabilizar a implantação, até dezembro de 2003, de 1.050 MW de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica.

A fim de alcançar os objetivos propostos, foi definido, no âmbito da referida Resolução, que a Eletrobras, por um prazo mínimo de 15 anos, deveria contratar a aquisição da energia que seria produzida por empreendimentos de geração de energia eólica, sendo que o valor de compra (VC) da energia deveria ser equivalente ao valor de repasse para as tarifas, conforme regulamentação expedida pela Aneel, aplicando-se ao VC os incentivos previstos da Resolução.

Não obstante, conforme afirma Dutra (2007), o Proeólica não foi capaz de atrair investidores, o que pode ser explicado, em parte, pelo curto período entre o lançamento do programa, em 2001, e os prazos exíguos para habilitação dos interessados para os benefícios relativos aos índices dos valores de compra. Oliveira (2019) acrescenta, como uma possível falha do programa, a barreira tecnológica e a ausência de fabricantes de equipamentos no Brasil.

4.2.2. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)

Instituído pela Lei n.º 10.438, de 26 de abril de 2002, e regulamentado pelo Decreto n.º 5.025, de 30 de março de 2004, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)

teve como objetivo a adição de novas fontes elétricas à matriz energética brasileira, incorporando o uso das usinas de biomassa e eólica, bem como o de Pequena Central Hidrelétrica (PCH), visando, também, a gerar novos campos de trabalho e a reduzir a emissão de GEE (BRASIL, 2002).

O Proinfa foi dividido em duas fases, sendo a primeira dedicada à contratação de 3.300 MW de capacidade instalada entre as novas tecnologias introduzidas, objetivando beneficiar produtores autônomos e oferecendo instrumentos de incentivo (SIMAS, 2012). Nessa fase, remunerava-se os geradores com uma tarifa prêmio, baseada na produção média de energia. Havia também o estabelecimento de cotas de contribuição e, por fim, contratos de venda de energia celebrados com a Eletrobrás.

Durante a segunda fase, a meta seria que os contratos celebrados, referentes à introdução dessas novas fontes energéticas, suprissem pelo menos 10% do consumo anual de energia elétrica do País e sem a disponibilização da tarifa prêmio (SIMAS, 2012). Embora esta fase nunca tenha sido regulamentada, o Proinfa permitiu: a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas; e o incentivo ao surgimento do mercado de aerogeradores.

O programa contratou, no total, 54 usinas eólicas, sendo a maioria localizada no Nordeste do País. Deste número, somente duas não se concretizaram: uma localizada no Rio de Janeiro e outra no Rio Grande do Norte (VEIGA, 2017). Ao final da primeira fase, os projetos estabelecidos corresponderam a 84% da capacidade eólica em operação no Brasil (VEIGA, 2017), indicando que a energia eólica é tecnicamente viável.

4.3. Inovação no segmento de eletricidade: avaliação dos indicadores

No tocante à inovação em produto e processos no setor elétrico no Brasil, será exposta, a seguir, uma análise com base nos dados de Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) para os períodos compreendidos de 2008 a 2011 e de 2012 a 2014.

Entre as empresas do setor de eletricidade e gás, 44.1% foram inovadoras, sendo que o maior percentual (41.9%) corresponde às empresas que inovaram em processo durante os anos de 2009 a 2011. Neste período, 0.4% equivale ao percentual das empresas que inovaram apenas em produto e 1,8%, em produto e processo (IBGE, 2011).

Em relação aos anos de 2012 a 2014, notou-se uma significativa redução no percentual de empresas inovadoras no setor de eletricidade e gás (29,2%), em comparação com o triênio anterior, sendo

que, deste total, 6,9% investiram em produto e processo, 22,1%, apenas em processo e 0,2%, em produto, como apresentado no Gráfico 3 (IBGE, 2011; 2014).

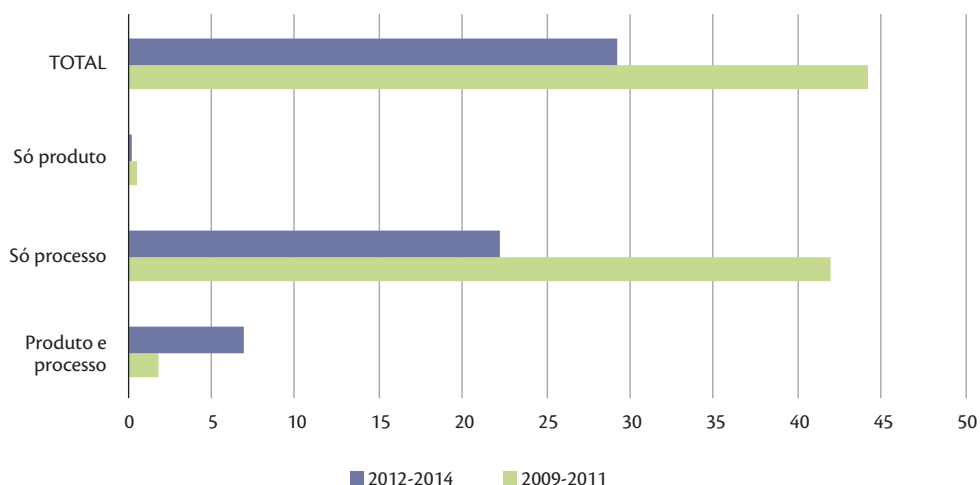


Gráfico 3. Participação percentual do número de empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor de eletricidade e gás, segundo o tipo de inovação, nos períodos 2009-2011 e 2012-2014

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da Pintec 2012 e 2014.

No que diz respeito às despesas aplicadas em Pesquisa & Desenvolvimento, em 2011, as empresas do setor de eletricidade e gás despenderam 0,23% do faturamento nestas atividades internas, ao passo que, em 2014, apenas 0,17% de suas receitas foram destinadas a estas atividades (IBGE, 2011, 2013, 2015).

Tal redução no número de empresas que investiram em inovação, entre os anos comparados, pode ser atribuída ao arrefecimento da economia brasileira durante esse período. Nessa linha, faz-se oportuno o seguinte trecho extraído da publicação Pesquisa de Inovação 2014:

A observação da conjuntura econômica oferece suporte à compreensão do ambiente de negócios, que tende a pautar o comportamento das empresas no que tange às suas atividades inovativas. Neste sentido, o período 2012-2014 se apresentou – em razoável medida – como prolongamento de um cenário marcado por modesto desempenho econômico, configurado notadamente após a crise internacional instaurada no último trimestre de 2008 (IBGE, 2014).

Tem-se, portanto, que as sucessivas crises econômicas tiveram um impacto negativo no que diz respeito ao processo de inovação, no âmbito das atividades das empresas do setor de eletricidade e gás no Brasil.

Por outro lado, alguns obstáculos contribuem para a desaceleração do processo de inovação nas organizações. Como pode ser observado no Gráfico 4, a iniciativa em inovar inclui o risco decorrente dos elevados custos de inovação. A rigidez organizacional também se constitui em outro risco associado à atividade inovativa (IBGE, 2014).

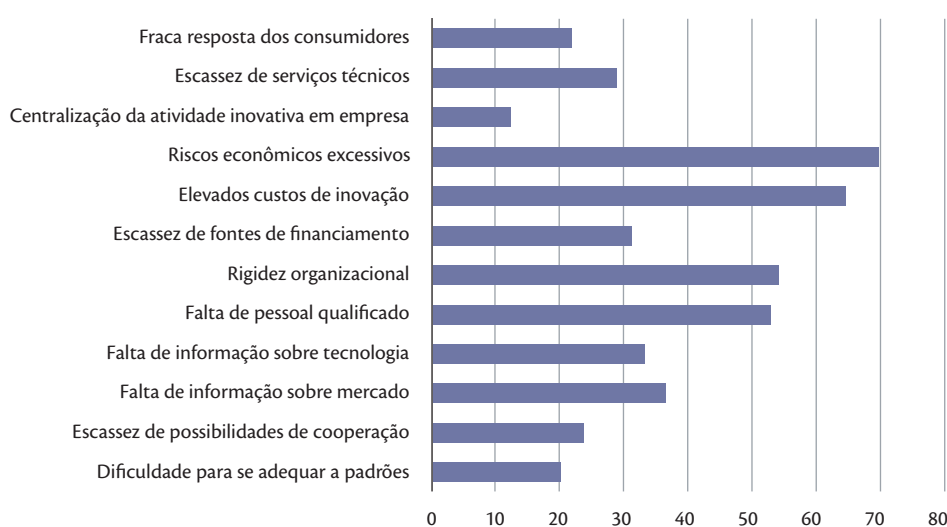


Gráfico 4. Importância atribuída aos problemas e obstáculos para inovar, pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo, setor energia e gás - Brasil - período 2012-2014

Fonte: IBGE (2014).

Os obstáculos elencados no Gráfico 4 tornam-se mais agravados em situações em que o apoio do ente estatal é insuficiente. Durante o período de 2012-2014, cerca de 40% das empresas inovadoras obtiveram algum apoio do Estado para as suas atividades inovativas, proporção esta maior que a obtida no período de 2009-2011, que foi de 34,2% (IBGE, 2014).

O apoio mais expressivo foi o fomento para a aquisição de máquinas e equipamentos, contemplando 29,9% das empresas inovadoras. A Lei n.º 11.196/2005, chamada de Lei do Bem, também incentivou a efetivação dessas atividades inovativas nesse período, alcançando 3,5% destas empresas inovadoras (IBGE, 2014).

Os outros programas alcançaram 8,1% das empresas inovadoras. Por sua vez, os programas menos utilizados foram a subvenção econômica (0,8%) e o financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades ou institutos de pesquisa (1,0%).

Nestes dois últimos casos, esta proporção diminuiu em relação ao período anterior, quando 1,0% das empresas haviam sido beneficiadas pela subvenção e 1,3%, pelos programas de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades e institutos de pesquisa. As compras públicas incentivaram 1,4% das empresas inovadoras (IBGE, 2014).

Entre as empresas que lançaram mão de programas governamentais do segmento de eletricidade e de gás e que inovaram, as iniciativas mais requisitadas foram: Lei de P&D e inovações tecnológicas (28,8%); projetos de inovação em parceria com universidades e institutos de pesquisa (21%); e financiamento para compra de máquinas e equipamentos (11%) (IBGE, 2014).

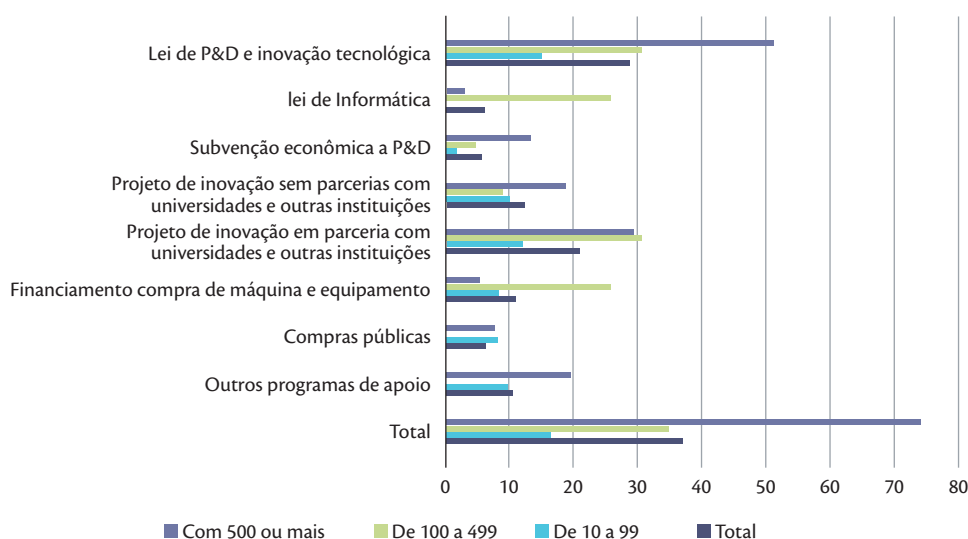


Gráfico 5. Percentual das empresas inovadoras no segmento de eletricidade e gás que utilizaram programas do governo e faixas de pessoal ocupado - Brasil - período 2012-2014

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa e Inovação, 2014.

Pode-se concluir que o papel do estado nesse sistema de inovação é fundamental para que a dinâmica da inovação nas organizações se efetive. Além disso, o aparato institucional, jurídico e regulatório é indispensável para a continuidade do processo de inovação do País.

4.4. Inovação de patentes no segmento de energia eólica

As patentes podem ser consideradas como entradas e saídas do processo de inovação (NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010). O manual de Oslo as define como:

[...] um direito legal de propriedade sobre uma invenção, garantido pelos escritórios de patentes nacionais. Uma patente confere a seu detentor direitos exclusivos (durante um certo período) para explorar a invenção patenteada (FRASCATI, 2015).

Nesse sentido, por meio dos levantamentos realizados no Sistema Orbit Intelligence - sistema de busca, seleção, análise e exportação de informações contidas em patentes -, utilizando os termos acerca da temática eólica, constatou-se uma salutar crescente para as patentes concedidas a turbinas eólicas e reatores, desde o ano de 1998 até 2018 (SOARES; MUCURY, 2018).

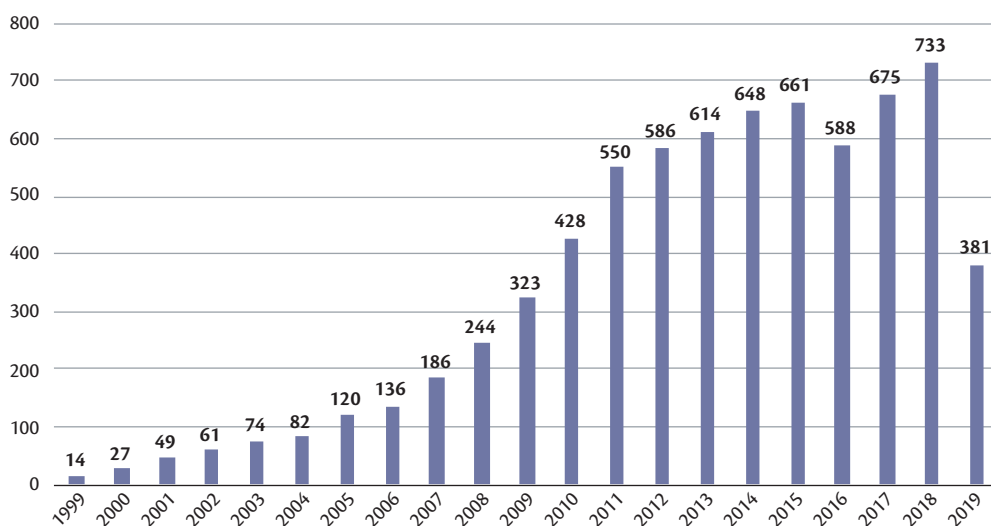


Gráfico 6. Publicação anual de famílias de patentes para produtos relacionados a turbinas eólicas + rotores (1998 até os dias atuais)

Fonte: Orbit Intelligence apud SOARES; MUCURY (2018).

Entretanto, quando as buscas consideram outros componentes técnicos necessários para a geração de energia, o que se percebe é a queda desses números, ou seja, quanto maior o nível de complexidade em termos de inovação tecnológica, menor é o número de patentes e publicações relacionadas (SOARES; MUCURY, 2018).

Tal fato é explicado pelo amadurecimento do mercado de energia eólica em países desenvolvidos, como China, Dinamarca, Estados Unidos e Alemanha, que dificultam a entrada do Brasil de forma efetiva no cenário competitivo. Das 7.186 famílias de patentes, 18% se encontram sob domínio de 10 grandes empresas, propiciando a formação de monopólio e oligopólio em um espectro global (SOARES; MUCURY, 2018).

O que se pode perceber é que, mesmo com o Brasil detendo todas as condições climáticas necessárias e apropriadas para dominar o mercado eólico, a concentração de *know how* tecnológico em nações desenvolvidas ainda é um grande entrave para a entrada do País no grupo dos principais *players* deste cenário.

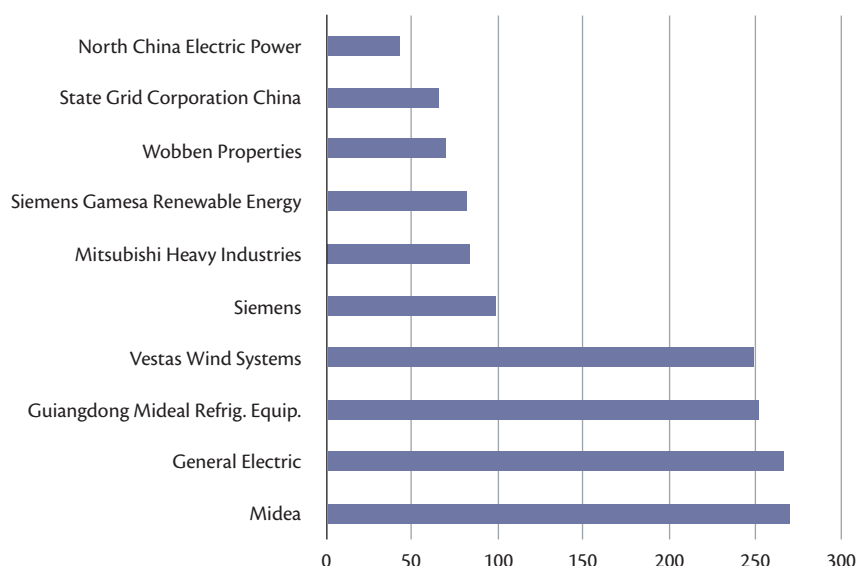


Gráfico 7. Número de patentes dos 10 principais *players* na área de turbinas eólicas

Fonte: Orbit Intelligence apud SOARES; MUCURY (2018).

A concentração de *know-how* em um seletivo grupo de empresas provoca o direcionamento de esforços de pesquisa a apenas algumas áreas de energia eólica e, ainda, faz com que os ganhos oriundos dessas pesquisas sejam distribuídos entre um reduzido número de empresas e institutos de pesquisa. De acordo com os dados da Pintec 2017, a intensidade de dispêndio no total de atividades inovativas caiu pela terceira edição consecutiva, atingindo 1,65% em 2017. Essa tendência coloca o Brasil cada vez mais distante do seletivo grupo de países que veem na inovação a saída para o seu crescimento e desenvolvimento.

5. Conclusão

Diante da crise energética vivenciada pelo Brasil em 2001, verificou-se a necessidade de se promover a diversificação da matriz elétrica do País. Nesta linha, destaca-se, como sucesso de política pública, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), regulamentado pelo Decreto n.º 5.025, de 30 de março de 2004. Os problemas iniciais experimentados pela fonte eólica consistiam: no conhecimento incipiente sobre a energia eólica; na ausência de regulamentação adequada, causando insegurança jurídica nos investidores; e na barreira tecnológica, que, no conjunto, acabavam por inviabilizar o seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2019).

Não obstante, com os incentivos alavancados pelo Proinfa, a redução dos custos e a disseminação da tecnologia no País, a expansão e consolidação da fonte eólica na matriz elétrica brasileira têm sido uma realidade. A competitividade desta fonte pode ser percebida pelos preços comercializados nos leilões, com destaque para o ano de 2011, quando houve competição, pela primeira vez, entre energia eólica e a energia oriunda das usinas termoeletricas.

Na atualidade, o Brasil possui capacidade instalada equivalente a 14,71 GW, com projeção para alcançar 19 GW até 2024. Os investimentos no setor eólico também são crescentes, na ordem de US\$ 33 bilhões desde 2010. Ademais, existem 601 usinas instaladas no Brasil. Ainda neste sentido, destaca-se a quinta posição ocupada pelo Brasil no *ranking* elaborado pela Global Wind Energy Council (GWEC), relativo aos países que mais instalaram energia eólica no mundo em 2018.

A despeito do potencial eólico existente no Brasil, o grande desafio, entretanto, consiste na concentração de tecnologia em alguns países, tais como Estados Unidos e China, que pode ser observada por meio da análise dos dados de patentes. Assim, para que essa barreira tecnológica possa ser superada, com a consequente consolidação da fonte eólica no País, é fundamental que haja forte investimento em inovação e tecnologia na produção de equipamentos e instalação de usinas eólicas no Brasil.

A adoção de políticas fomentadoras de inovação nesse segmento é crucial, considerando o enorme potencial do País para a expansão do uso dessa fonte. É importante que o Brasil desempenhe papel central nessa seara de inovação e no desenvolvimento de outras tecnologias. A redução dos recursos nacionais investidos em inovação causa preocupação, tendo em vista a dimensão continental do País e a realidade da expansão do uso das fontes renováveis.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEólica. **Boletim anual de geração eólica 2019**. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-2019.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEólica. **Boletim anual de geração eólica 2020**. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf Acesso em 11 jan 2021. Acesso em: 30 jul.2021.

BP. **bp Energy outlook 2019**. 14 fev. 2019. Disponível em: https://www.bp.com/pt_br/brazil/home/noticias/press-releases/bp-energy-outlook-2019.html

BRASIL. Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE. **Resolução nº 24, de 05 de julho de 2001**. Fica criado o Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA no território nacional. Disponível em: <https://presrepública.jusbrasil.com.br/legislacao/101357/resolucao-24-01>

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 462, de 24 de Julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=703>

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004**. 2004b. Regulamenta o inciso I e os §§ 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do art. 3º da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm

BRASIL. Presidência da República. **Lei de Inovação nº 10.973 de 2004**. 2004a. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em:

<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/lei200210438.pdf/112a82ee-a44e-4198-8cf4-8e157538ff2?version=1.0>. Acesso em: 31 Jul 2021

BRUNHERA, D.C.U.; BAÇO, F.M.B.; CROTTI, P.C. A Eficiência dos processos de inovação na indústria de transformação: uma análise no estado do Paraná. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, v. 12, n.º 4, p. 187-204, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/101996/107574>

CASSIOLATO, Jose; LASTRES, Helena Maria M. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas, **Parcerias Estratégicas**, v.5, n.º 8, 2000. p.237-255. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/99/92

CRUZ, Ana Paula Capuano da; FREZATTI, Fábio; BIDO, Diógenes de Souza. Estilo de Liderança, Controle Gerencial e Inovação: Papel das Alavancas de Controle. **Rev. adm. contemp.** v.19, n.6, p.772-794.2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552015000600007&script=sci_abstract&tlng=pt

DINIZ, Tiago Barbosa. Expansão da indústria de geração eólica no Brasil: uma análise à luz da nova economia das instituições. **Revista Planejamento e Políticas Públicas** do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) n.º 50, jan./jun.2019. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/download/864/468>

DOSI, Giovanni; ORSENIGO, L. Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In: DOSI, G. *et al.*, eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter, 1988. Disponível em : http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/dosietal_1988_outline.pdf

DUTRA, Ricardo Marques. **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do PROINFA**. 415 f. 2007. Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético, Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/ddutrarm.pdf>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2017 - Ano base 2016**: Relatório Síntese. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-46/topico-81/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf Acesso em: 10 mar.2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2018 - Ano base 2017**: Relatório Síntese. Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2019 - Ano base 2018:** Relatório Síntese. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2020 - Ano base 2020:** Relatório Síntese. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2020_PT.pdf

FREEMAN, Christopher **La teoría económica de la innovación industrial**. Madrid: Alianza, 1975

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação, 2005**. Rio de Janeiro: 2005. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv35636.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação, 2013**. Rio de Janeiro: 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação, 2011**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>. Acesso em 13 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação, 2014**. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/PUBLICAÇÃO%20PINTEC%202014.pdf>. Acesso em 13 out 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação, 2015**. Rio de Janeiro: 2015.

LEMONS, Cristina. Inovação na Era do Conhecimento. *In*: LASTRES, Helena M.M.; ALBAGLI, Sarita. **Informação e Globalização, na Era do Conhecimento**, Rio de Janeiro, Ed. Campus Ltda, p.12-144, 1999. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewfile/104/97

LIMA, Clóvis Ricardo Montenegro de; CARVALHO, Lidiane dos Santos. Informação, comunicação e inovação: gestão da informação para inovação em uma organização complexa. **Informação & Informação**,

v. 14, n.º 2, p. 1-20, dez. 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/download/3116/4144>

NAGAOKA, Sadao; MOTOHASHI, Kazuyuki; GOTO, Akira. Estatísticas de patentes como indicador de inovação *In*: HALL, Bronwyn H.; ROSENBERG, Nathan (ed.), **Manual da economia da inovação**, ed. 1, v. 2, capítulo 0, páginas 1083-1127, Elsevier, 2010

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; DE MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga; DA CUNHA, Sieglinde Kindl. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE BR**, v. 10, n.º 3, p. 630-651, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307673575_Inovacao_e_sustentabilidade_na_producao_de_energia_O_caso_do_sistema_setorial_de_energia_eolica_no_Brasil/fulltext/57ced08708ae057987abfdee/Inovacao-e-sustentabilidade-na-producao-de-energia-O-caso-do-sistema-setorial-de-energia-eolica-no-Brasil.pdf

NIOSI, J. *et al.* National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**, v.15, p.207-227, 1993. Disponível em: https://www.academia.edu/15252332/National_systems_of_innovation_in_search_of_a_workable_concept

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Frascati Manual 2015**: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, the measurement of scientific, technological and innovation activities, OECD Publishing, Paris, 2015. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/indicadores/detalhe/Manuais/Manual-Frascati-2015.pdf>

OLIVEIRA, Carlos Eduardo Cruz Lopes de. **Avaliação do impacto da alteração das condições de financiamento sobre a energia eólica no Brasil**: evolução e perspectivas. 192 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ, 2019. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Carlos_Eduardo_Cruz_Lopes_de_Oliveira-_MESTRADO_2019.pdf

PAULSEN, Sandra. Agenda 2030 e objetivos de desenvolvimento sustentável: pode a pesquisa transdisciplinar apoiar a transformação social requerida? **Boletim regional, urbano e ambiental**, v. 21, jul.-dez. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9692> Acesso em: 13 ago. 2021.

SILVA, Roberto da; CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A. **Metodologia Científica**. 6. ed. 2007. 176 p.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada**. 219 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10092012-095724/publico/MoanaSimasoriginal.pdf>

SOARES, Paula; MUCURY, Danylo. **Energia eólica no Ceará: seus parques e sua contribuição para a matriz energética do estado**. Brasília: 2018.

VEIGA, Cecília Pereira Nunes. **Análise de incentivos ao desenvolvimento de energia renovável no Brasil**. 59 f. 2017. Monografia de Final de Curso. Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, PUC RJ. 2017. Disponível em: http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Cecilia_Pereira_Nunes_Veiga.pdf

VELOSO FILHO, Francisco de Assis e NOGUEIRA Joaquim. Sistemas de inovação e promoção tecnológica regional e local no Brasil. **Interações (Campo Grande)**. v.8, n.º 13, p.107-117. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/inter/v8n13/a12v8n13.pdf>

