

ENERGIA EÓLICA: DA TRAJETÓRIA HISTÓRICA À INSERÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Joana Filipini Laabs - joanafilipinilaabs@gmail.com

Graduanda em Ciências e Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Nathalia Medeiros Costa de Almeida - nathaliamc.almeida@gmail.com

Graduanda em Ciências e Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Jefferson Rafael de Carvalho Lira – jeffersonrafaelc94@gmail.com

Graduando em Ciências e Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Efrain Pantaleon Matamoros - epantaleon@ect.ufrn.br

*Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação
Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

Abstract—Wind energy, considered to be one of the cleanest kinds, is also one of the most promising sources in the matter of renewable energy. It is currently used in studies of various uses, such as the operation of the wake effect in wind farms in northeast Brazil. This paper has as its main objective the study on the economy and impacts of such energy form on internal and external markets, as well as its contribution to the technological research in the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). For the methodology used in this research, literature found on the database "Periódicos Capes", articles and theories presented in the "Economy and Management of Science, Technology and Innovation" class in the School of Science and Technology ECT-UFRN have been used. The results obtained throughout the development of this project show that Brazil is a large producer of this inexhaustible and easily collectable source. It becomes visible that this branch brings great benefits to the investment in Brazil, more so in a scenario of energetic and financial crisis, improving even more the development of this technology in the State economy.

Keywords: Wind energy; Technology; Economical Impacts

Resumo—A energia eólica, considerada uma das mais limpas do planeta, é também uma das fontes mais promissoras em questão de energias renováveis. Ela é usada atualmente em estudos de diversas aplicações, como a atuação do efeito esteira em parques eólicos no nordeste brasileiro. Esse trabalho tem como principal objetivo o estudo econômico e os impactos dessa energia no mercado interno e externo, além da sua contribuição para a pesquisa tecnológica na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Como métodos para realizar as pesquisas aqui presentes, foram utilizadas bibliografias do periódicos capes, artigos e teorias apresentadas da disciplina Gestão e Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação da Escola de Ciência e Tecnologia ECT-UFRN. As conclusões obtidas através do desenvolvimento da pesquisa mostram que o nosso país é um grande produtor dessa energia de fonte inesgotável e de fácil captação. Nota-se então, que esse ramo traz grandes benefícios para o investimento no Brasil, principalmente em um cenário de crises energéticas e financeira, melhorando cada vez mais o desenvolvimento na tecnologia e na economia Estatal.

Palavras-chaves: Energia eólica; Tecnologia; Impactos econômicos.

1 INTRODUÇÃO

A energia eólica, provida da força do vento é considerada ambientalmente a mais limpa do planeta. Seu primeiro registro histórico vem desde 2000 a.C. na China, onde foram criados cata-ventos para formas de irrigação, como também moagens de grão e bombeamento de águas. Há 900 anos, particularmente no século XI, ocorreu o retorno das cruzadas, onde a energia dos cataventos se expandiu na Europa por sua grande eficácia. Contudo, com o avanço das tecnologias durante a revolução industrial, como a máquina a vapor e máquinas movidas a carvão, houve um declínio, que fez a energia dos moinhos de vento serem deixadas um pouco de lado (OLIVEIRA, 2014).

O período das grandes navegações e descobertas de novos continentes só foi possível graças ao uso do vento. A utilização de energia eólica para geração de eletricidade é um setor em crescimento. Quando originada em 1980 na Dinamarca, as turbinas eólicas produziam em torno de 30-35 kW, com o tempo elas têm sido constantemente aperfeiçoadas. Um grande crescimento ocorreu a partir da década de 90, e entre os anos de 2005 e 2006. Ocorreu um aumento de mais de 20% da produção de energia eólica, alcançando em 2006 os 74223 MW gerados (MARTINS et al., 2007).

O uso da energia eólica teve seu início no Brasil em 1990, como o primeiro país da América Latina a implantar a tecnologia. Até o início dos anos 2000 o alto custo de implantação de geradores eólicos juntamente com a falta de políticas de incentivo fez com que houvesse pouco crescimento no setor. Em 2001 a publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro estimou que o Brasil teria capacidade de aproveitar cerca de 143 GW de energia eólica (SIMAS; PACCA, 2013).

Ainda de acordo com Simas e Pacca (2013), a maior parte da produção elétrica no Brasil tem origem de fontes renováveis, em 2012 79,3% do potencial de geração elétrica era oriunda de fontes renováveis, uma das maiores do mundo. As usinas hidrelétricas geram energia correspondente a 70% deste valor, e em 2011, foram responsáveis por 90% de toda a produção de eletricidade no país. O uso de fontes renováveis com maior diversidade de matriz é interessante, pois garante maior segurança no fornecimento da energia, além de gerar empregos e incentivar a criação de políticas que facilitem a implantação de novas tecnologias de produção de energia renovável.

Em 2002, um ano após a publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, foi instituído o Proinfa, responsável pela implantação de políticas de incentivo ao uso de energia eólica no Brasil, possibilitando um crescimento muito maior do setor. Por meio de altos financiamentos de até 80% pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) e contratos de venda da energia para a Eletrobras a longo prazo, o Proinfa proporcionou um ambiente seguro e atrativo para investidores, e provou que a energia eólica é viável, além de abrir portas para novas tecnologias relacionadas (SIMAS; PACCA, 2013).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DA TECNOLOGIA

As turbinas eólicas extraem energia do vento, reduzindo sua velocidade e perturbando o escoamento na saída do rotor. Por isso o Efeito Esteira é um dos fatores mais impactantes na geração de energia elétrica por meio eólico, pois se as turbinas estiverem alinhadas na mesma direção do fluxo de ar, a turbina posterior receberá um vento com velocidade reduzida e em escoamento turbulento, reduzindo a sua eficiência de captação. Esse efeito tem extrema importância no planejamento de um parque eólico, pois influencia significativamente o rendimento energético total. Negar a importância deste fator pode levar a uma superestimação da produção de energia (FARIAS; COUTO, 2013).

2.2 MERCADOS IMPACTADOS

Nas turbinas eólicas, os aerogeradores extraem a energia cinética do vento. Logo após o vento passar pelas hélices apresentam uma diminuição em sua velocidade, elevando os níveis de turbulência (CASTRO, 2007).

O efeito esteira afeta diretamente na produção e eficiência do parque eólico, sendo assim, os principais prejudicados acabam sendo os proprietários, os quais acabam não obtendo o desempenho esperado para o parque eólico.

2.3 MERCADOS ENVOLVIDOS

2.3.1 DEMANDA

No ano de 2000, o Brasil passou por uma grave crise energética devido a uma seca. Esse fato fez com que não houvesse água suficiente para mover as turbinas das hidrelétricas, sendo assim, houve a necessidade de repensar sobre outras fontes de energias no país. O Brasil teve sua primeira turbina de energia eólica instalada em 1992, no município de Fernando de Noronha. Dez anos depois foi criando a PROINFA (Programa de incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, a qual incentiva o uso de outras fontes de energias, como a biomassa e a energia eólica. Uma pesquisa realizada pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) mostrou que em 2011 houve uma ampliação de 88,8% da participação de energias renováveis na Matriz Elétrica Brasileira, isso ocorreu, também, devido ao aumento da geração eólica (MARQUES et al., 2012).

2.3.2 EMPRESAS

De acordo com Reis (2015), O aumento de investidores em energia eólica está atraindo muitas empresas nacionais e internacionais para esse mercado. A demanda vem crescendo e tem grande apoio da PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Eólica), a qual está gerando projetos sobre o fornecimento de fontes renováveis de energia eólica no Brasil. Entre as empresas que estão no ramo da energia eólica, uma grande fornecedora de pás personalizadas para turbinas eólicas é a Tecsis, a qual ocupa 50% do mercado nacional. Também fornece soluções em engenharia e investe em tecnologia para compor novas instalações. Outra grande empresa que investe em aerogeradores e está localizada na Bahia, é a ACCIONA WindPower, podendo produzir 100 unidades de turbinas por ano e contendo a maior faixa de potência unitária.

2.3.3 MOVIMENTAÇÃO DE MERCADO

O mercado da energia eólica no País vem liderando o caminho com recorde de capacidade e investimentos. Dados de 2016 analisados pela GWEC (Global Wind Energy Council) mostram que apesar da crise econômica e política no Brasil, tanto em 2016 como em 2017, a indústria de energia eólica manteve um crescimento favorável e superou uma marca de 10 GW instalados no ano em que os dados foram analisados, um índice que será altamente lembrado na história da energia eólica. Houve também uma grande conquista, que foi bater a marca de 500 parques instalados em solo Tupi em 2017, representando 6.500 aerogeradores instalados, e uma capacidade de 12,7 GW (ALVES, 2018).

Conforme o Observatório de Complexidade Econômica do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), o Brasil importou em 2017, cerca de 168 milhões de dólares em energia elétrica, sendo 72% vindo do Uruguai e os outros 28%, da Venezuela. Já na exportação, foram 11,9 milhões de dólares para a Argentina.

O Brasil é o líder de produção de energia eólica na América Latina, em 2018 adicionou 2 GW na sua capacidade de produção. Segundo o secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério das Minas e Energia, a capacidade de produção de energia do Brasil é de 14,7 GW, o que representa 8% da matriz energética, o objetivo é chegar a 13% em 10 anos (CICLOVIVO, 2019).

2.3.4 BALANÇO DE PAGAMENTO TECNOLÓGICO

O Brasil é um dos países que se destaca mundialmente por ter sua matriz energética baseada em fontes de energias renováveis, com predominância da energia hidrelétrica e da biomassa. A energia eólica também ocupa um lugar de destaque na matriz (BEZERRA, 2017).

Segundo o Conselho Global de Energia Eólica, em 2017, foi instalado aproximadamente 52 GW de potência à produção mundial. O Brasil instalou, apesar das crises econômicas, mais de 2 GW em sua capacidade eólica. Com 12,76 GW, o país conquistou o oitavo lugar no ranking dos dez países com mais capacidade de energia eólica no acumulado. “Temos hoje uma capacidade instalada que está quase chegando aos 13 GW, com mais de 500 parques eólicos, e chegamos a abastecer 11% do país e mais de 60% do Nordeste” (BARBOSA, 2018).

As contratações dos últimos anos mostraram que as usinas vêm atingindo preços bastante competitivos. Isso impulsionou a instalação de empresas de fabricantes de equipamentos mundiais do setor eólico em território brasileiro, já que a escassez de produtos nacionais era óbvia. Ressaltando que as empresas instaladas no Brasil decidiram expandir seu portfólio de produtos, devido o sucesso crescente que a energia eólica vem alcançando no país (SEICEIRA et al, 2012).

O número de empregos no setor eólico em 2016, passava de 150 mil. Segundo a ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), 15 empregos são gerados para cada megawatt instalado. Um estudo da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) apontou 52 ocupações presentes no processo de cadeia: 10 no setor de construção e montagem; 11 no desenvolvimento de projetos; 6 no ensino e pesquisa; 15 na manufatura e por fim, 9 na manutenção dos parques eólicos. Estima-se que até 2026, 200 mil pessoas possam estar inseridas nesse mercado de trabalho (ENERGIA, 2018).

Segundo dados da ABEEólica o Brasil já conta com uma capacidade produtiva de aproximadamente 3,4 GW em relação a equipamentos de energia eólica. Dado esse que pode variar devido às estratégias das empresas fabricantes (SEICEIRA et al, 2012).

2.4 ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO

2.4.1 ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO NO BRASIL

Nos últimos anos, a eficiência e produção da energia eólica no Brasil só aumentou. Com isso, o investimento nas inovações tecnológicas, gestão e sustentabilidade passaram a ser uma necessidade para que o país continuasse progredindo nessa área. Sabendo desses fatos, o Brasil conta com a articulação de políticas econômicas e industriais para promover reduções nos processos burocráticos, aumento expressivo na participação técnica dos engenheiros e no treinamento da mão de obra especializada (CAVALCANTI, 2012). Vários municípios brasileiros já sofreram mudanças radicais com alterações bruscas em suas paisagens e no modo de vida de suas populações. Em específico na região Nordeste, é neste território, onde atualmente se concentra 75% de toda potência eólica instalada no país. Juntamente em que esta atividade econômica teve uma rápida expansão, gerou impactos, conflitos e injustiças socioambientais (COSTA, 2019).

2.4.2 ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO NO MUNDO

O setor industrial é o que mais investe em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) na Alemanha, 50% de todo o investimento em P&D no país vem dos setores automotivo, de máquinas e equipamentos e produtos químicos. A criação de uma política industrial tendo como meta o aumento da tecnologia em setores específicos da indústria foi o impulsor do P&D na Alemanha (MAMEDE, 2016).

O principal motivo do sucesso do programa na Alemanha se dá pela grande quantidade de instituições que intermediam a inovação em geral, além da vasta quantidade de patentes geradas pelos núcleos de inovação espalhados pelo país e facilidades nos processos intermediários por meio das instituições de apoio à inovação (SANTA RITA, 2017).

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Energia Eólica é utilizada há mais tempo do que pode-se imaginar, foi adotada muito antes de se perceber a importância de fontes renováveis de energia. Por ser uma fonte de energia constante, inesgotável e de relativamente fácil captação, foi utilizada por diversos povos principalmente na forma de moinhos, ou como propulsão para embarcações. No entanto, com o surgimento de fontes energéticas mais eficazes, seu uso acabou por ser reduzido até o ponto de quase não ser mais utilizada. Foi só recentemente que o vento voltou a ser utilizado para a geração de energia, com a produção de geradores elétricos e a criação de políticas de incentivo ao uso de fontes limpas, e desde então vem tendo sua eficácia aumentada e o uso ampliado.

A produção de energia elétrica no Brasil é em sua maior parte proveniente de usinas hidrelétricas, e portanto, altamente dependente das condições de pluviosidade e consequentemente suscetível às alterações nos níveis das represas. Secas prolongadas ou estações menos chuvosas podem impactar negativamente toda a produção energética do país, sendo portanto necessária a instalação de modalidades variadas de produção energética, deixando de depender exclusivamente de uma fonte, o que ajuda a garantir o fornecimento adequado de eletricidade à população.

O mercado brasileiro da produção de energias renováveis vem crescendo rapidamente, assim como a demanda por estes produtos. Este crescimento é responsável pela instalação de empresas responsáveis pela fabricação e comércio das turbinas em território nacional, gerando empregos e renda diretamente e indiretamente ligados à indústria. Mesmo em meio a crises econômicas o Brasil continuou a apresentar aumento na introdução das turbinas, mantendo o país na posição de líder em produção de energia eólica da América Latina, porém está ainda contribuindo para uma parte muito pequena de toda a geração elétrica nacional. A maior parte de toda a energia provinda do vento de todo o Brasil está concentrada na região nordeste.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa foi possível a obtenção de informações satisfatórias, pois é inegável que o crescimento da energia eólica é muito vantajoso para o país. Mas, apesar de a demanda por energias renováveis estar crescendo muito nos últimos anos, a porcentagem da energia eólica na matriz energética brasileira ainda é baixa. O incentivo em buscar energias mais limpas poderia ser uma alternativa para o aumento dessa porcentagem. Esse trabalho tem um papel fundamental nesse crescimento, já que ele aponta os principais pontos da inserção da energia eólica, como produto de tecnologia e inovação, no mercado nacional e internacional.

Os parques eólicos conseguem realizar bom desempenho em suas funções como também ampliam a geração de energia elétrica, tal aumento faz a demanda crescer, elevando o ramo da energia eólica e trazendo grandes empresas colaboradoras para um investimento maior no Brasil, como a produção de suas próprias turbinas e equipamentos. Com grande parte desses parques concentrados no nordeste do país, possibilita que a UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), principalmente, consiga abranger sua pesquisa nessa área de inovação, melhorando cada vez mais as tecnologias de implementação e ajudando o Estado economicamente.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Vanessa. **Os números do mercado de energia eólica no mundo; Brasil avança**. 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/os-numeros-do-mercado-de-energia-eolica-no-mundo-brasil-avanca/>>. Acesso em: 08 maio 2019.
- BEZERRA, Francisco Diniz. **Potencialidades da Energia Eólica no Nordeste**. Etene, maio 2017. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1910830/Eolica.pdf/9d7251e0-4c94-4570-b223-df7820b50d4d>>. Acesso em: 08 maio 2019.

- CASTRO, Rui MG; RENOVÁVEIS, Energias; **DESCENTRALIZADA, Produção. Introdução à energia eólica. Energias Renováveis e Produção Descentralizada**, 2007.
- CAVALCANTI, Eduardo Slabocicor. **Energia eólica no Brasil**. 2012. Disponível em: <<https://engenharia360.com/energia-eolica-no-brasil/>>. Acesso em: 25 maio 2019.
- CICLOVIVO (Org.). **Brasil, EUA e México lideram produção de energia eólica nas Américas**. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/brasil-eua-mexico-energia-eolica-americas/>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- CLÍMACO, Fernando. **História da energia eólica e suas utilizações**. Disponível em: <<https://pedesenvolvimento.com/2009/07/15/historia-da-energia-eolica-e-suas-utilizacoes/>>. Acesso em: 30 mar. 2019.
- COSTA, Heitor Scalabrini. **Energia eólica e os desafios socioambientais**. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/columas/colunistas-convidados/energia-eolica-e-os-desafios-socioambientais/>>. Acesso em: 10 maio 2019.
- ENERGIA, Ambiente. **200 mil empregos no setor de energia eólica**. 2018. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2018/02/mercado-de-energia-eolica-pode-gerar-200-mil-empregos-aponta-estudo-da-abdi/33809>>. Acesso em: 10 maio 2019.
- ESTADOS UNIDOS. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. (Org.). **The Observatory of Economic Complexity**. Disponível em: <<https://atlas.media.mit.edu/en/>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- FARIAS, Bruno; COUTO, Tales Gontyjo do. **Posicionamento De Aerogeradores Em Parque Eólico Utilizando Algoritmo Genético**. *Biblioteca Digital Da Produção Intelectual Discente: Página Inicial*, 20 Feb. 2013, <<http://bdm.unb.br/handle/10483/4850>>.
- MAMEDE, Michele et al. Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 6, n. 4, p. 6-25, 2016. <<http://navus.sc.senac.br/index.php/navus/article/view/389>> Acesso em: Maio 2019.
- MARTINS, F.r.; GUARNIERI, R.a.; PEREIRA, E.b.. **O aproveitamento da energia eólica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São José dos Campos, v. 30, n. 1, 17 out. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1>>. Acesso em: 30 mar. 2019.
- MARQUES, Felipe Castro Pereira et al. **Energia Eólica no Brasil**. 2012. Disponível em: <<https://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/energia-eolica-no-brasil/>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- MELO, Elbia. **Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade**. *Estudos Avançados*, [s.l.], v. 27, n. 77, p.125-142, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142013000100010>>.
- MOREIRA, Sérvulo Vicente. **O Sistema de pesquisa e de inovação na Alemanha**. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5982>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- OLIVEIRA, Karina Lino Miranda de. **PROJETO BÁSICO DE UM PARQUE EÓLICO E ESTUDOS DE CONEXÃO**. 2014. 144 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/prh-pb214/files/2014/01/Trabalho-de-Conclus%C3%A3o-de-Curso-Karina-Lino-Miranda-de-Oliveira.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2019.
- REIS, Pedro. **Expansão e principais empresas do setor eólico no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/expansao-e-principais-empresas-do-setor-eolico-no-brasil/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. *Estudos Avançados*, [s.l.], v. 27, n. 77, p.99-116, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142013000100008>>.
- ALVES, Thiago. **O Mercado da energia eólica no país supera 500 parques: bons ventos sopram trilhando o caminho adiante**. 2018. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2018/06/o-mercado-de-energia-eolica-pais-supera-500-parques-bons-ventos-sopram-trilhando-o-caminho-adiante-2/34142>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável.**

Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142013000100008&script=sci_arttext>

Acesso em 23 de Abril de 2019.

ECONOMIA, Ministério da. **Energia Eólica.** Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-bloco/105-assuntos/competitividade-industrial/446-certificado-form-116>>. Acesso em: 10 maio 2019.

SANTA RITA, Luciana Peixoto et al. Análise das melhores práticas das instituições de ciência e tecnologia nos sistemas nacionais de inovação da Espanha, Brasil, México, Coreia do Sul e Alemanha. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 7-25, 2017.

SEICEIRA, Daniel do Espírito Santo Cardoso; PEREIRA, Felipe; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de.

Potencial exportador da indústria eólica brasileira para o Cone Sul e o papel do financiamento. 2012.

Disponível em:

<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1507/1/A%20mar37_01_Potencial%20exportador%20da%20ind%C3%BAstria%20e%C3%B3lica%20brasileira....pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.