



RELISE

EXPANSÃO DA ENERGIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE: UM INTERPRETAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO¹

*EXPANSION OF WIND ENERGY IN RIO GRANDE DO NORTE: AN
INTERPRETATION FOR DEVELOPMENT*

Calisto Rocha Oliveira Neto²

RESUMO

O presente artigo objetiva analisar a expansão da produção de energia eólica no Nordeste brasileiro, sobretudo, no Rio Grande Norte, maior produtor de energia por fonte eólica no Brasil. O estado possui as condições naturais favoráveis e intrínsecas ao setor. A questão central do trabalho é verificar a correlação desta nova atividade econômica e sua expansão na produção de energia como sendo um dos vetores do desenvolvimento econômico do estado. A metodologia consistiu em uma análise secundária e de campo. Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica, que investiga a expansão do setor eólico no Nordeste, dando ênfase ao Rio Grande do Norte. Num segundo momento realizou-se uma pesquisa de campo coletando dados primários junto aos agentes econômicos envolvidos com a atividade eólica a fim de caracterizar e compreender o desenvolvimento e desafios do setor eólico no estado. Os resultados apontam que a energia eólica é um vetor de desenvolvimento para o RN, porém, apresenta importantes restrições em infraestrutura e políticas públicas, que precisam ser enfrentadas, o que pode se constituir em oportunidades de ações, parcerias e políticas de fomento para internalizar a atividade eólica no desenvolvimento local.

Palavras-chave: desenvolvimento, energia eólica no Brasil, Nordeste. Rio Grande do Norte.

ABSTRACT

This article aims to analyze the expansion of wind energy production in the Brazilian Northeast, especially in Rio Grande Norte, the largest producer of energy by wind power source in Brazil. The state has the natural conditions favorable and intrinsic to the sector. The central question of the work is to verify the correlation of

¹ Recebido em 19/03/2025. Aprovado em 25/04/2025. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.21238562

² Universidade Federal de Uberlândia. calisto11neto@gmail.com



RELISE

this new economic activity and its expansion in the energy production as one of the vectors of the economic development of the state. The methodology consisted of a secondary and field analysis. First, a bibliographic review was carried out, which investigates the expansion of the wind sector in the Northeast, with an emphasis on Rio Grande do Norte. Secondly, a field research was carried out, collecting primary data from the economic agents involved in the wind activity in order to characterize and understand the development and challenges of the wind sector in the state. The results indicate that wind energy is a development vector for RN, but it presents important constraints on infrastructure and public policies, which need to be addressed, which may constitute opportunities for actions, partnerships and promotion policies to internalize the Activity in local development.

Key words: development, wind energy in Brazil, Northeast, Rio Grande do Norte.

INTRODUÇÃO

Energia e outros recursos naturais sempre foram fundamentais para a manutenção da vida humana, sobretudo, na atual sociedade moderna. Na ótica econômica, a energia é ainda mais importante, pois é essencial para o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico. Assim, à medida que a humanidade evoluía para uma sociedade moderna, o homem dependia cada vez mais do fornecimento de energia para a manutenção do padrão produtivo capitalista e bem-estar doméstico e social (OLIVEIRA NETO, 2016; GOLDEMBERG, 2010).

Neste sentido, o crescimento no consumo de energia torna-se exponencial após a Revolução Industrial, na qual as fontes principais para ofertar energia eram, principalmente, carvão, petróleo e gás, que tem um custo alto de extração e transporte aos centros consumidores (GOLDEMBERG, 2010).

Assim, essa crescente demanda por energia exigia uma maior diversificação de fontes primárias para garantir o suprimento de energia. De modo que, outras fontes precisam ser desenvolvidas e a energia eólica destaca-se como uma das mais promissoras fontes na geração de eletricidade, sendo renovável, com baixo impacto ambiental e cada vez mais competitiva economicamente. Ademais, esta fonte pode tornar-se uma alternativa ao



RELISE

desenvolvimento regional no Brasil, pois o país possui as condições naturais favoráveis, principalmente no Nordeste brasileiro, onde os ventos são abundantes (OLIVEIRA NETO, 2016).

Quando se observa o mapa eólico do Brasil, a Região Nordeste tem a maior viabilidade técnica em recurso eólico do país, pois mais da metade do potencial encontra-se em tal região, sendo o Rio Grande do Norte (RN) o estado que se destaca entre os estados nordestinos.

Logo, o RN vem apresentando significativa expansão na instalação de parques eólicos em seu território, principalmente com a adoção das políticas públicas de incentivo à produção em 2009, com destaque para a instituição dos leilões de energia. Contudo, como hipótese, acredita-se que o rebatimento desta atividade sobre o desenvolvimento regional pode ser ampliado a partir da internalização, tanto quanto possível, da cadeia produtiva da energia eólica também na região e, conseqüentemente, no RN. Isto pressupõe políticas de incentivo ao enfrentamento dos gargalos produtivos, logísticos, de CT&I e de qualificação profissional. Todavia, tais políticas ainda se mostram insuficientes na região, especialmente no RN.

A questão central é saber quais são os principais desafios e oportunidades para que o setor eólico se consolide como um vetor de desenvolvimento para o Nordeste e Rio Grande do Norte.

O artigo é composto, além desta parte introdutória, de quatro seções. A segunda seção aborda o potencial e produção de energia eólica no Brasil e Nordeste. A terceira analisa a localização da cadeia produtiva e o domínio tecnológico da energia eólica no Brasil. A quarta trata da metodologia. A quinta seção expõe a evolução e desempenho recente do setor de energia eólica no Rio Grande do Norte. E por fim, as considerações finais.



RELISE

POTENCIAL E PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NORDESTE

A Região Nordeste tem a maior viabilidade técnica em recurso eólico do Brasil. Dos 143 GW de potencial de geração de eletricidade que o Brasil possui, o que equivale a 10 usinas hidrelétricas do porte de Itaipú, mais da metade do potencial está no Nordeste. São 75 GW de oferta de energia com aerogeradores (torres eólicas) de 50 metros de altura, sendo as costas terrestres litorâneas potiguar e cearense aquelas que apresentam as condições naturais mais favoráveis. Contudo, esse potencial pode mais que dobrar usando torres eólicas de 100 metros de altura (CRESESB, 2001). Aliás, como as inovações e tecnologias têm avançado bastante para esse tipo de indústria, fruto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no setor, a produtividade na geração de energia pode ser ainda maior.

Toda essa oferta natural diz respeito apenas à produção em terra ou *onshore*, porque se levar em consideração o potencial de produção no mar ou *offshore*, o Brasil tem mais de 170 GW de potencial a ser explorado, o que é equivalente a praticamente toda a matriz elétrica brasileira. De acordo com o relatório do Conselho Mundial de Energia Eólica (GWEC, sigla em inglês), o país já recebeu propostas de projetos para produção de energia eólica em águas brasileiras (*GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL- GWEC, 2023*).

Dessa forma, o potencial existente no Brasil pode consolidar a matriz elétrica brasileira como sendo umas das mais renováveis do mundo, ambientalmente sustentável e competitiva em termos de custo de produção por Mega Watt (MW), dada a escala produtiva. Então, a complementariedade na composição entre fonte hidrológica e eólica deixa o Brasil em posição privilegiada se comparada ao resto do mundo, isso tudo sem contar com potencial de produção por fonte solar. De todo modo, o país se caracterizará por utilizar fontes renováveis, de baixa emissão de carbono e de impacto ambiental na geração de eletricidade.



RELISE

Sendo assim, a exploração do território nordestino para produzir energia pela fonte eólica pode impulsionar o desenvolvimento de um polo industrial com inovação, desenvolvimento tecnológico e de pesquisa através de uma cadeia produtiva que produza máquinas, equipamentos e serviços ao setor. Neste contexto, a simbiose entre Estado e setor privado pode permitir que a região desenvolva uma estrutura produtiva sofisticada baseada em cadeias ou redes complexas com encadeamento com outras indústrias e serviços complexos. A consequência prática desse tipo de política industrial focalizada a partir de vantagens competitivas, como a oferta de vento quase que infinitamente elástica, são a geração de conhecimento, de bons empregos, de renda e de riqueza para o Nordeste.

Todos estes atributos peculiares e intrínsecos do Nordeste fizeram com que a região recebesse os primeiros empreendimentos eólicos no Brasil de forma pioneira para produção de energia elétrica. Consequentemente, a região está se transformando num polo estratégico das principais ações envolvendo projetos de instalação de parques eólicos atraindo grandes investimentos de empresas nacionais e estrangeiras, tanto para produção quanto para o desenvolvimento do setor industrial.

Assim, quando se observa a curva de capacidade instalada da fonte eólica no Brasil verifica-se um crescimento virtuoso desta fonte no decorrer dos anos. Em 2005 a capacidade das eólicas de produzir energia era de apenas 27 MW, já no final de 2022, o Brasil chegou a 25,6 GW de capacidade eólica instalada, respondendo por 13,4% da produção nacional de eletricidade, ficando atrás apenas das hidrelétricas com 54,1% e das termoelétricas com 24,1%. O setor é responsável por fornecer eletricidade para aproximadamente 17 milhões de casas, além de reduzir as emissões de CO_2 em cerca de 16 milhões de toneladas por ano (ABEEÓLICA, 2020; GWEC, 2023).



RELISE

Ao analisar os dados por região, o Nordeste concentra 90,3% dos parques eólicos instalados no país com geração de 70,48 TWh de energia dos 78,08 TWh do total nacional, o que é esperado, uma vez que há uma correlação direta entre o enorme potencial da região e a atração de investimentos para aproveitamento da velocidade dos ventos. Sendo que, desde o início da implementação das usinas eólicas na região, sempre houve e ainda há uma concentração dos parques no Rio Grande do Norte (RN), Bahia (BA) e Ceará (CE). Contudo, na medida em que novas áreas vão sendo incorporadas na expansão dos parques eólicos, outros estados também passam a ser contemplados nos leilões com potencial em receber os empreendimentos eólicos, como Piauí (PI), Maranhão (MA) e Pernambuco (PE).

Os 109 novos parques eólicos instalados no Brasil em 2022 representaram um crescimento de 18,8% de capacidade instalada, saindo de 21,5 GW em 2021 para 25,6 GW em 2022. Esse investimento foi todo para o Nordeste, sendo os estados mais beneficiados, o da BA com 52 parques, em seguida RN com 26, depois o PI com 24, seguidos por PE com 4 e PB com 2 parques.

Em termos de quantidade de parques e geração de energia, o RN também se destaca. O estado possui o segundo maior número de parques eólicos do Brasil, são 303 parques com 3.413 aerogeradores. Porém, na geração de energia o estado está em primeiro no ranking de maior capacidade de produção com 10 GW.

O RN sempre se destacou no setor eólico tanto em capacidade instalada quanto em adicionar nova capacidade. O Gráfico 1 a seguir mostra a quantidade de parques eólicos distribuídos entre os estados do Brasil, no qual o Nordeste é líder no número de empreendimentos eólicos no país e, conseqüentemente, na produção de energia com destaque para os estados do Rio Grande do Norte e Bahia, que juntos detêm mais de 60% dos 1.043 parques eólicos já instalados.

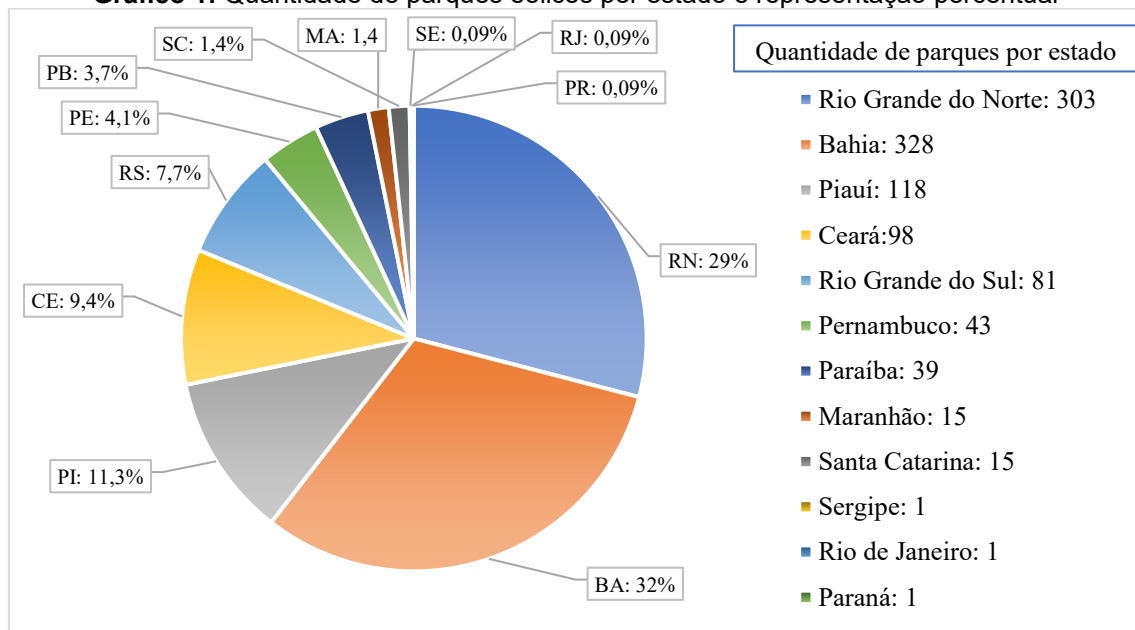


RELISE

140

O primeiro estado, apesar de ter menos parques, possui maior capacidade instalada com 9.963 MW. Já a Bahia possui mais parques, porém um pouco menos de capacidade em gerar energia com 9.715 MW (ABEEÓLICA, 2023).

Gráfico 1: Quantidade de parques eólicos por estado e representação percentual



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Abeeólica, 2023

No entanto, apesar de todo esse destaque em termos de produção de energia, o RN não apresenta a mesma dinâmica em termos da cadeia produtiva. Para efeito de comparação, os estados de PE, CE e BA se destacam tanto na produção quanto na industrialização da cadeia produtiva contribuindo para o desenvolvimento de outras áreas ligadas a energia eólica, como pesquisa e desenvolvimento, inovações, qualificação do capital humano, infraestrutura, entre outros. Da mesma forma, esses estados ampliam a competitividade via redução de custos a partir do aumento da demanda nacional por máquinas e equipamentos, ou seja, a expansão de suas capacidades de produção, além de avançar na complexidade da cadeia produtiva, se transforma em ganhos de escala, o que significa maior eficiência na produção de aerogeradores, pás e torres (OLIVEIRA NETO, 2016).



RELISE

Neste contexto, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a fim de desenvolver a cadeia produtiva da energia eólica nos espaços em que a oferta de ventos é abundante, tem uma política pública de fomento à indústria chamada de Política de Conteúdo Local (PCL), na qual se exige que as empresas demandem do mercado local parte de suas compras de máquinas, equipamentos, insumos e serviços envolvidos na complexidade da indústria eólica, pois, somente pelas forças de mercado, não seria possível garantir que os produtores locais participem do desenvolvimento da energia eólica.

Contudo, Macedo (2015) mostra que a cadeia produtiva de equipamentos eólicos, composta por aerogeradores, pás e torres, está quase toda instalada nos Estado da Bahia, Pernambuco e Ceará, ao contrário do Rio Grande do Norte que tem instalado no seu território apenas duas fábricas de torres. Ainda de acordo com a autora, em termos de capacidade produtiva, as fábricas se localizam nos estados vizinhos ao Rio Grande do Norte porque PE, CE e BA apresentam uma melhor infraestrutura para receber os investimentos produtivos. Por exemplo, esses estados oferecem boas condições em termos portuários, escala de produção e de escopo, incentivos fiscais e financeiros, além da estratégia de produção e de inovação adotada. Em razão disto aqueles estados estão à frente do RN no desenvolvimento industrial eólico (MACEDO, 2015).

Segundo dados da Federação da Indústria do Rio Grande do Norte (FIERN), o estado do RN importou US\$ 435,374 milhões de compras internacionais em 2022, deste total, e considerando os bens intermediários (matérias-primas e insumos) e de capital, o setor de energias renováveis foi responsável por 55% das aquisições do exterior. Foram produtos destinados à geração de energias renováveis, como células fotovoltaicas; partes de motores/geradores/grupos eletrogeradores; grupos eletrogêneos de energia



RELISE

eólica; células solares em módulos ou painéis; conversores elétricos; e instrumentos e aparelhos de geodésia e topografia (FIERN, 2022). Sendo assim, apesar do RN apresentar excelentes indicadores na produção de energias renováveis, sobretudo, eólica, o estado ainda tem baixo potencial indutor de emprego e de geração no setor e, também, no encadeamento com outros setores da economia, justamente por sua dependência em importar máquinas, equipamentos, insumos, entre outros. A figura 1 abaixo ilustra como os elos da cadeia produtiva da energia eólica se relacionam entre si, e mostra as oportunidades que o RN perde em não internalizar parte ou totalmente a cadeia de valor da energia eólica.

Figura 1: Cadeia de valor da energia eólica



Fonte: Sebrae, 2017.

Desse modo, a figura mostra que o estado do RN vem perdendo, de certa forma, a capacidade de gerar emprego, conhecimento a partir da exploração das características locais, além de inovações e desenvolvimento próprio.

LOCALIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA E O DOMÍNIO TECNOLÓGICO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

De acordo com estudo de 2014 da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2014), a localização para a instalação das fábricas dos equipamentos eólicos segue diferentes motivações.

No caso da montagem da nacela e do cubo do rotor (ver Quadro 1) as empresas Gamesa, Alstom, Acciona e IMPSA, têm unidades no Nordeste e no Rio Grande do Sul, próximas dos locais de maior potencial de instalação de parques eólicos (ABDI, 2014). No caso da WEG e GE Energy, estas preferiram



RELISE

utilizar a estrutura fabril nas cidades de Jaraguá do Sul e Campinas, respectivamente. A Wobben, que foi a primeira montadora a se instalar na América do Sul, preferiu usar a estratégia de se localizar próxima à cadeia de fornecedores em São Paulo, assim como a GE.

Quadro 1: Montadoras de aerogeradores com fábricas no Brasil, com localização e capacidade

Montadoras de aerogeradores	Localização	UF	Capacidade anual (prevista)
IMPISA	Suape	PE	400 aerogeradores, expansível para 500
IMPISA	Guaíba	RS	100 aerogeradores, expansível para 200
WEG	Jaraguá do Sul	SC	100 MW, chegando a 200 MW em 2014
Wobben	Sorocaba	SP	500 MW
GE	Campinas	SP	500 MW
Alstom	Camaçari	BA	400 MW
Gamesa	Camaçari	BA	400 MW
Acciona	Simões Filho	BA	135 cubos e 100 naceles
Vestas	Aquiraz	CE	400 MW

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da ABDI, 2014.

Quanto à localização espacial dos fabricantes de torres, há uma melhor distribuição por causa da necessidade de estar mais próximo das localidades receptoras dos parques eólicos (ver Quadro 2). Isso fica mais evidente no caso das torres de concreto, que é o caso do RN, CE e BA. Ambos têm fábricas próximas aos empreendimentos eólicos. Já as fabricantes de torres de aço podem se instalar próximo aos empreendimentos ou não, pois as lâminas de aço podem ser transportadas.

De modo geral a definição do tipo de torre a utilizar num parque eólico depende de alguns fatores como o projeto, altura do gerador, custo, montagem e manutenção, além da facilidade do transporte.



RELISE

Quadro 2: Fabricantes de torres com fábricas no Brasil por tipo, com localizações e capacidades

Fabricantes de torres	Tipo	Localização	UF	Capacidade anual (previsão)
Gestamp	Aço	Cabo de Santo Agostinho	PE	450
Engelbasa	Aço	Cubatão	SP	168
Engelbasa	Aço	Guaíba	RS	-300
Torrebras (Windar)	Aço	Camaçari	BA	220
Intecnia	Aço	Erechim	RS	100
Tecnomaq	Aço	Aquiraz	CE	-100
Brasilsat	Aço	Curitiba	PR	50
ICEC-SCS	Aço	Mirassol	SP	100
Alstom	Aço	Canoas	RS	120
Alstom	Aço	Jacobina	BA	-150
Ernesto Woebcke	Concreto	Gravataí	RS	*
Wobben	Concreto	Parazinho	RN	500
CTZ Eolic Tower	Concreto	Fortaleza	CE	120
Inneo	Concreto	Trairi Casa Nova	CE/BA	250
Eolicabrás/(sede)	Concreto	São Paulo	SP	40 a 50

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da ABDI, 2014.

Por fim, a localização espacial dos fabricantes de pás está distribuída entre o estado de São Paulo e o Nordeste, sobretudo, Ceará e Pernambuco (ver Quadro 3). Isso dá vantagem comparativa para estes dois estados em relação aos outros do Nordeste por se especializarem na produção de equipamentos e máquinas eólicas, resultando em eficiência produtiva e, conseqüentemente, sendo plataforma de exportação para os demais estados da região. Isso resulta em maior empregabilidade da força de trabalho naqueles estados com maior capacidade industrial.



RELISE

Quadro 3: Fabricantes de pás eólicas com fábrica no Brasil, com localizações e capacidades

Fabricante de pás	Localização	UF	Capacidade anual
Tecsis	Sorocaba	SP	6000
Wobben	Sorocaba	SP	1500 (total)
Wobben	Pecém	CE	CE/SP
Aeris	Pecém	CE	600
LM Wind Power	Suape	PE	1000

Fonte: Elaboração a partir das informações da ABDI, 2014.

Como pode-se observar, o Brasil já apresenta uma boa estrutura da cadeia produtiva do setor eólico, possuindo unidades de montagem de aerogeradores e a fabricação de componentes e subcomponentes das pás, torres, necele e cubo.

Por outro lado, se verifica que os principais fabricantes de aerogeradores são europeus, americanos e asiáticos (China e Índia), que estão na dianteira no processo de desenvolvimento da indústria eólica.

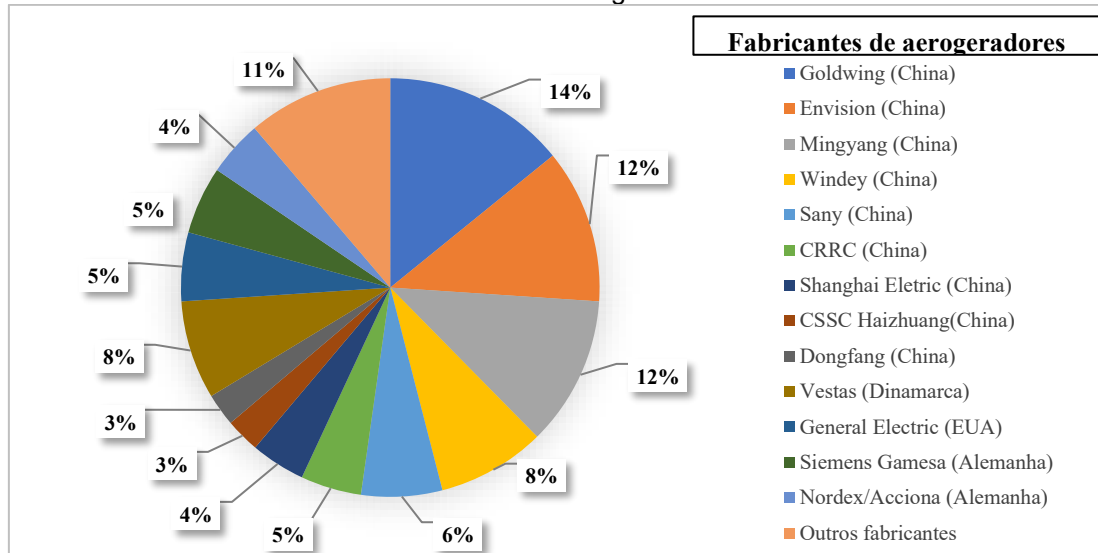
Como pode ser observado no Gráfico 2, o mercado industrial da energia eólica está organizado sob a forma de um oligopólio. Os cinco maiores fabricantes do setor (Vestas, Siemens, General Eletric, GoldWind e Enercon) representam quase 50% do mercado mundial em equipamentos eólicos. Assim, são firmas que possuem poder de mercado devido à existência de barreiras à entrada referentes à escala de produção e ao caráter de constantes inovações tecnológicas da indústria. O resultado são vantagens absolutas de custo e diferenciação de produto das firmas já estabelecidas no mercado.



RELISE

146

Gráfico 2: Maiores fabricantes de aerogeradores do mundo em 2022



Fonte: Enerdata, 2024

Logo, em termos de domínio tecnológico da energia eólica, o Brasil não tem uma política de P&D específica para o setor que venha desenvolvendo conhecimento próprio de acordo com as características do seu território, necessidades estratégicas e produção efetiva. Com esta configuração produtiva o país tem expandido seu mercado eólico através de tecnologias desenvolvidas nos países líderes em inovações, que geram conhecimento e evoluem tecnologicamente o setor. Para se pensar numa dinâmica própria de desenvolvimento da energia eólica para Nordeste brasileiro é preciso observar o que foi feito nos países líderes nessa tecnologia e adaptar à realidade brasileira, pois os modelos de aerogeradores instalados no Brasil seguem os padrões desenvolvidos por pesquisas no exterior.

Dados da *ePowerbay* (2022) mostram que fabricantes estrangeiros como a Vestas, Siemens Gamesa, General Electric Alston, Nordex Acciona e Suzlon dominam quase 90% do mercado em fornecimento de equipamentos para instalação de parques eólicos no Brasil, ou seja, é um mercado caracterizado por um oligopólio que pode determinar preço. Como esperado, na região Nordeste estão instaladas a maior parte das fábricas de aerogeradores,



RELISE

essa nova atividade econômica como sendo um dos vetores do desenvolvimento econômico do estado.

Neste sentido, esta pesquisa utiliza o método histórico com técnicas de procedimento bibliográfico e documental sobre a formação e expansão do setor eólico no Brasil, Nordeste e RN.

Em seguida, admitindo a importância da atividade eólica para o Nordeste e, em específico, para estado do RN, este trabalho realizou uma pesquisa de campo, coletando dados primários junto aos agentes econômicos envolvidos com a atividade eólica, como empresas e/ou suas representações, bem como com agentes institucionais (governos, entidades de regulação, de representação, de apoio/promoção).

EVOLUÇÃO E DESEMPENHO RECENTE DO SETOR EÓLICO NO RN: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

O Rio Grande do Norte possui uma posição geográfica privilegiada, pois apresenta grande potencial eólico, tanto no litoral quanto no interior. Os ventos mais intensos situam-se nas regiões ao longo do litoral, principalmente no norte e nordeste do estado e, também, nas áreas elevadas a nordeste e regiões serranas (COSERN, 2003). Nos dados sobre a velocidade dos ventos encontrados no Atlas do Setor Eólico do RN, as médias anuais situaram-se entre 6m/s e 9m/s, considerando torres eólicas de 50 m, 75m e 100m. Os resultados finais apontaram para um potencial instalável de 9,6 GW com aerogerador de 50 m; 19,4 GW a 75 m e 27,1 GW a 100 m, considerando regiões com ventos iguais ou superiores a 7,0 m/s (COSERN, 2003).

Devido a todo esse potencial, o Rio Grande do Norte oferece as condições naturais básicas para a instalação de aerogeradores no seu território, ou seja, ventos fortes e abundantes. Por isso que o estado se destaca a nível



RELISE

nacional na produção de energia por fonte eólica como demonstrado em seções anteriores.

Contudo, nos últimos anos o RN perdeu um pouco de espaço para alguns estados do Nordeste como, CE, PI, MA, PE e, principalmente, BA. No entanto, o avanço na produção de energia eólica gera essa tendência dos parques eólicos de buscarem, em outros estados, maior incidência de ventos e produtividade na geração, dado que os espaços geográficos no RN vão ficando menos produtivos.

Mesmo assim, o estado do RN adicionou 2,2 GW de capacidade instalada a partir dos 58 parques instalados em 2023, seguido de BA com 1,6 GW com 44 parques inaugurados. Pelo terceiro ano consecutivo, o Brasil atingiu novos recordes eólicos, atingindo 4,8 GW de nova capacidade instalada, mais de 1.000 parques eólicos em operação e superando 30 GW de instalações totais. A matriz elétrica atingiu a marca de quase 84% de fontes renováveis, consolidando o país como referência internacional em transições de energia limpa (GWEC, 2024; ABEEÓLICA, 2023).

Embora não seja possível afirmar que o setor eólico alterou a distribuição do emprego formal entre os setores da economia envolvidas no desenvolvimento desta indústria, não dá para descartar a presença desses empregos relacionados a esta atividade no Nordeste e RN, dado o potencial eólico que o estado tem, que se expressa na sua capacidade de produção de energia anual. Entretanto, fatores limitantes também são registrados, sendo exemplo a incipiente cadeia produtiva.

Assim, a energia eólica é uma grande oportunidade para impulsionar o desenvolvimento do estado, mas, por outro lado, os desafios são enormes. Primeiro, pode-se enxergar que o setor eólico é um vetor de desenvolvimento importante para o estado. A partir daí, por um lado, há possibilidades de adotar políticas públicas de desenvolvimento, como incentivos fiscais, crédito barato e



RELISE

juros baixos. E, por outro lado, a abundância em recurso eólico, ou seja, uma oferta infinitamente elástica garante a demanda por energia, ou seja, investimentos no setor, e isso pode definir as estratégias empresariais de localização da cadeia produtiva.

Em relação aos desafios e gargalos para avançar no desenvolvimento do setor, o estado deve buscar melhorias em infraestrutura, ofertar, através das instituições públicas, cursos para formação de mão de obra de qualidade, além do desenvolvimento de tecnologias a partir das características geográficas e naturais. Neste sentido, a busca por novas fontes impulsiona o setor energético do país, e o Rio Grande do Norte, pelas suas características geográficas, pode se considerar um estado privilegiado.

Ademais, além da eólica *onshore*, há também o potencial eólico *offshore*, que o RN dispõe, além de outras fontes de energia renovável, como a solar, as quais se “associadas” podem gerar ocupação e renda inclusive no interior do estado.

Outro ponto importante para o setor avançar está na escala federal, como as regras tarifárias do Governo Federal; a instabilidade econômica; a ausência de infraestrutura das linhas de transmissão de energia, o que impactaria positivamente os leilões da Aneel.

Do ponto de vista da ciência, tecnologia e inovação, algumas instituições do estado vêm se esforçando em gerar conhecimento e pesquisas sobre o setor eólico. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN (IFRN) vem atuando em ensino, pesquisa e extensão, além de estabelecer parcerias para a realização de doutorados e pesquisas com importantes entidades, públicas e privadas (OLIVEIRA NETO, 2016).

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) também tem se esforçado na pesquisa e geração de conhecimentos sobre o setor. São diversos pesquisadores de vários departamentos da instituição se dedicando a estudar



RELISE

essa temática. Outro ponto importante é a implementação de estratégias adequadas quanto a Ciência, Tecnologia e Inovação, destacando o papel do estado, da Iniciativa Privada e da Universidade. O professor Marciano Furukava, do departamento de Engenharia de Materiais, chama atenção para o governo, que precisa oferecer vantagens para atrair investimentos: Incentivos fiscais; melhoria na infraestrutura; logística; financiamentos públicos, etc. No caso da iniciativa privada é preciso que os empresários enxerguem e estejam preparados para vislumbrar as novas oportunidades diante do setor eólico. Já a Universidade precisa fomentar e apoiar o estudo e a pesquisa, além de capacitar e desenvolver novos produtos.

Ademais, destaca-se o papel de centros de pesquisa e geração de conhecimento, como o da UFRN na articulação e integração com outras entidades, como a Federação das Indústrias do RN, SENAI, SEBRAE, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS), buscando desenvolver um arranjo produtivo mais favorável à Inovação e ao Empreendedorismo. Por exemplo, criação pela Universidade de um Parque Tecnológico, em especial, na cidade de Macaíba/RN, na Escola Agrícola de Jundiá voltado para energias renováveis, sustentabilidade, recursos pesqueiros, recursos minerais e tecnologia da informação.

Assim, ao observar os dados sobre investimentos no setor eólico no Brasil, as perspectivas são as melhores possíveis para os próximos anos, só em 2022 o investimento no setor foi na ordem de US\$ 5,8 bilhões, contribuindo para expandir a capacidade produtiva industrial planejada em 5 GW por ano, ou seja, todo ano a indústria eólica pode acrescentar 5 GW na produção de máquinas, equipamentos e aerogeradores para parques eólicos. A Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE) estima investimentos em torno de US\$ 59 bilhões



RELISE

em geração centralizada de energia e outros US\$ 20,2 bilhões em transmissão e subestações entre 2020 e 2029 (GWEC, 2023).

Portanto, o setor está em plena expansão, porém, ainda há grandes desafios para que o Nordeste e, principalmente, RN aproveitem as externalidades positivas da energia eólica como vetor de desenvolvimento econômico.

Por outro lado, há fatores estruturais que impedem o total desabrochar da energia eólica no país, sobretudo, no Nordeste e RN. Primeiro, a queda na demanda por energia, consequência prática da crise econômica do covid-19, mas com a retomada do crescimento econômico, como já está acontecendo (o PIB cresceu 3,4% em 2024), a demanda deve voltar a crescer. Segundo, a falta de linhas de transmissão, que se transformou num grave problema no Brasil, principalmente, nas áreas com maior potencial em energia eólica. É um gargalo de infraestrutura que precisa ser superado para fortalecer o sistema de distribuição de energia. Por fim, financiamento, que é fundamental para manter o setor eólico em plena expansão. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é o principal financiador da energia eólica no Brasil e, recentemente, anunciou novas regras de financiamento para o setor de energia, dando apoio às energias renováveis de baixo impacto, como a eólica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica vem se expandindo na produção de energia e na consolidação da cadeia produtiva no Brasil. O Rio Grande do Norte tem enorme potencial em recurso eólico (ventos de qualidade e constantes) e por isso vem apresentando grande evolução na produção desta fonte, se destacando no cenário nacional em número de parques eólicos.

Contudo, apesar desse destaque, a cadeia produtiva ainda é incipiente, pois o estado não vem apresentando ou desenvolvendo fatores competitivos



RELISE

suficientes para atrair fabricantes na montagem de aerogeradores e outros componentes. Um agravante é o Governo do Estado, através do seu representante, não parece ter convicção de que políticas públicas poderiam contribuir para internalizar a cadeia eólica no estado.

Os entrevistados ressaltaram como gargalos/demandas quesitos logísticos e infraestruturais, como uma zona portuária maior e de melhor qualidade; linhas de transmissão (investimento federal); estradas ruins, entre outros.

Vale lembrar que no Brasil existem dois polos industriais mais bem desenvolvidos para atender a demanda por equipamentos eólicos: um na região Sul/Sudeste (concentrada em São Paulo) e o outro no Nordeste (concentrado na BA, CE e PE), que apresentam boas condições de infraestrutura.

Observou-se ainda que a evolução da cadeia produtiva segue um padrão concentrado, basicamente na região Sul/Sudeste, sendo o estado de São Paulo o destaque. No Nordeste, verifica-se que os estados do Ceará, Bahia e Pernambuco se sobressaem porque já possuem uma estrutura para montar todos os componentes e subcomponentes do setor eólico. Também foi possível observar que tanto no Brasil, quanto no Nordeste, ainda é incipiente a geração de conhecimento através CT&I voltados para o setor eólico.

Dessa forma, percebe-se que o RN tem desafios a enfrentar para superar os obstáculos que o impedem (atualmente) de transformar a energia eólica num real vetor de desenvolvimento para o estado, pois apenas com o “vento” não há desenvolvimento.

Por fim, deixa-se claro que este trabalho não pretende esgotar a temática sobre a energia eólica, mesmo porque o setor está em pleno desenvolvimento. De modo que, ainda é precoce realizar uma análise mais precisa e contundente sobre os impactos do crescimento desta fonte na economia e, sobretudo, na criação de oportunidades para o desenvolvimento no Nordeste e Rio Grande do



RELISE

Norte. Assim, o presente trabalho pretende contribuir para o debate e reflexões sobre o futuro da energia eólica no Brasil, mas, sobretudo, no território nordestino e potiguar, incentivando novas pesquisas e estudos sobre o setor.

REFERÊNCIAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil, 2014**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1410360044.pdf>. Acesso em: 01 Fevereiro de 2023.

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim de Dados de Janeiro de 2016**. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/pdf/Boletim-de-Dados-ABEEolica-Janeiro-2016-Publico.pdf>. Acesso em: 10 abril 2023.

_____. **BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA, 2016**. Disponível em: http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/05/424_Boletim_Anuar_de_Geracao_Eolica_2016_Alta.pdf. Acesso em: 01 março 2023.

BTM NAVIGANT WIND REPORT. **Word Wind Energy Market Update 2015**. Disponível em: <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/estudos/navigant1.pdf>. Acesso em: 26 março 2023.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Informações de Geração, 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 3 de março de 2023.

COSERN. **Potencial Eólico do Estado do Rio Grande do Norte**. COSERN. 2003. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_RN.pdf. Acesso em: 01 Fevereiro 2023.

CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SERGIO BRITO. **Potencial Eólico do Brasil, 2001**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico. Acesso em: 20 março de 2023.



RELISE

FIERN- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE RIO GRANDE DO NORTE: INDICADORES BÁSICOS E INDÚSTRIA, 2022. Disponível em: https://www.fiern.org.br/wp-content/uploads/2023/09/RN_2023_perfil_resumido_25%20.pdf. Acesso em 19 fev. 2025.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento sustentável**. São Paulo. Ed, Blucher, 2010. Série Sustentabilidade.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report**. Annual Market Update, 2014. Disponível em: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/03/GWEC_Global_Wind_2014_Report_LR.pdf. Acesso em: 25 março de 2023.

_____. GLOBAL WIND REPORT: Annual market update, 2016. Disponível em: http://www.indianwindpower.com/pdf/GWEC_Global_Wind_2016.pdf. Acesso em: 01 março de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 Janeiro de 2023.

MACEDO. Luziene Dantas. **Produção de Energia Elétrica por Fonte Eólica no Brasil e Aspectos de seu Impacto na Região Nordeste e Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo (SP), 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000949591>. Acesso em: 01 março de 2023.

OLIVEIRA NETO, C. R. **ENERGIA EÓLICA E DESENVOLVIMENTO NO TERCEIRO MILÊNIO**: reflexões a partir do Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte. 2016, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Economia da UFRN, Natal/RN.

SEBRAE- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Cadeia de Valor da Energia Eólica no Brasil. Brasília, 2017. Disponível em: https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/1188c835f8e432ddd43bc39d27853478/%24File/9960.pdf. Acesso em 19 fev. 2025.