

Perspectivas e desafios econômicos da geração de energia eólica na região Nordeste do Brasil

Perspectives and economic challenges of wind energy generation in the Northeastern region of Brazil

Perspectivas y desafíos económicos de la generación de energía eólica en la región Noreste de Brasil

Recebido: 06/01/2022 | Revisado: 11/01/2022 | Aceito: 14/01/2022 | Publicado: 16/01/2022

Anderson Ítalo Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5063-0228>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: emtodobrasil@hotmail.com

Isabel Lausanne Fontgalland

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-2840>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: isabelfontgalland@gmail.com

Resumo

O diálogo em torno do setor elétrico e de energias renováveis se fez essencial em diversos setores, tendo em vista que os efeitos da extrema exploração do meio ambiente são fortemente visíveis em todos os aspectos. Em virtude da atualidade e relevância deste assunto, esse artigo tem por objetivo apresentar e analisar as perspectivas e desafios econômicos na geração de energia eólica na região Nordeste, do ano de 2011 até 2020. Esta pesquisa baseou-se nas mais recentes publicações sobre energia eólica, tanto em âmbito nacional, quanto em âmbito local, e após uma análise minuciosa de todo material selecionado os delineamentos do corpo da pesquisa foram definidos. A pesquisa está fundamentada em como evoluíram os processos de geração de energia eólica, que se tornou um tema altamente discutido em virtude dos dilemas mundiais enfrentados atualmente, em como o consumo e a produção de energia eólica evoluíram na região, e em como as tarifas de energia contrastam com as vulnerabilidades sistemáticas apresentadas no Nordeste, e por fim, a observação de como a complexidade do sistema elétrico Brasileiro afeta sobremaneira a produção de energia eólica.

Palavras-chave: Economia da energia; Energia eólica; Nordeste.

Abstract

The dialogue around the electricity and renewable energy sector has become essential in several sectors, considering that the effects of extreme exploitation of the environment are strongly visible in all aspects. Due to the topicality and relevance of this subject, this article aims to present and analyze the perspectives and economic challenges in wind power generation in the Northeastern region, from 2011 to 2020. This research was based on the most recent publications on wind energy, both nationally and locally, and after a thorough analysis of all selected material, the outlines of the research body were defined. The research is based on how wind power generation processes have evolved, which has become a highly discussed topic due to the world dilemmas currently faced, on how the consumption and production of wind power has evolved in the region, and on how the tariffs for energy contrast with the systematic vulnerabilities presented in the Northeast, and finally, the observation of how the complexity of the Brazilian electrical system greatly affects the production of wind energy.

Keywords: Energy economy; Wind energy; Northeast.

Resumen

El diálogo en torno al sector de la electricidad y las energías renovables se ha tornado fundamental en varios sectores, considerando que los efectos de la explotación extrema del medio ambiente son fuertemente visibles en todos los aspectos. Debido a la actualidad y relevancia de este tema, este artículo tiene como objetivo presentar y analizar las perspectivas y desafíos económicos en la generación de energía eólica en la región noreste, desde 2011 hasta 2020. Esta investigación se basó en las publicaciones más recientes sobre energía eólica, tanto a nivel nacional como local, y tras un análisis exhaustivo de todo el material seleccionado, se definieron las líneas generales del organismo de investigación. La investigación se basa en cómo han evolucionado los procesos de generación eólica, que se han convertido en un tema muy discutido por los dilemas mundiales que enfrenta, en cómo ha evolucionado el consumo y producción de energía eólica en la región, y en cómo contrastan las tarifas por energía con las vulnerabilidades

sistemáticas apresentadas em el Nordeste, y finalmente, la observación de cómo la complejidad del sistema eléctrico brasileño afecta en gran medida la producción de energía eólica.

Palabras clave: Economía de energía; Energía eólica; Noreste.

1. Introdução

Diante do atual crescimento populacional, a demanda por energia tem crescido numa ordem quadrática a cada 30 anos, aproximadamente. Um tremendo desafio é colocado aos líderes mundiais, qual seja a tentativa de buscar atender as necessidades de um mundo em expansão populacional, e ao mesmo tempo reduzir o impacto do uso de energia no meio ambiente. Isso posto, exige-se um conjunto de soluções integradas que incluam a expansão de todas as fontes de energia com boa relação de custo-benefício. Do total de energia consumida mundialmente, 85% vem de fontes fósseis, principalmente petróleo, onde as reservas mais significativas se encontram no Oriente Médio, região de conflitos e guerras extremas, influenciando uma forte dependência da produção desses países, além da plenitude desse tipo de fonte de energia (Tolmasquin, 2016).

No Brasil, a busca por alternativas energéticas que possibilitem o desenvolvimento socioeconômico e garantam a sustentabilidade ambiental tem sido fonte de pesquisas desde a década de 1920 (Mauad, Ferreira, & Trindade, 2017). Recentemente, diversas alternativas foram analisadas, principalmente aquelas formadas por usinas eólicas, solares e biomassa. Energia eólica é uma energia renovável e uma das mais avançadas em termos de tecnologia e aplicação, pois além de não emitir gases poluentes, utiliza um combustível inesgotável - o vento. É uma tecnologia inovadora; tem custos relativamente elevados do que as fontes de energia tradicionais responsáveis pela geração de eletricidade.

Nesse processo, destaca-se a região Nordeste, particularmente os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia, que agregaram em seus territórios uma expressiva representação de parques eólicos. No caso da região Nordeste, objeto desse trabalho, uma nova dinâmica produtiva, econômica e de ocupação, foi estabelecida em áreas localizadas tanto no litoral como no interior.

2. Metodologia

Diferentes métodos de coleta de dados para o desempenho ambiental e energético são relatados na literatura. Utilizou-se para coletar informações sobre o consumo de energia, dados do boletim de energia, ONS, bem como a verificação das características operacionais das instalações de energia eólica no Nordeste brasileiro. Para o propósito deste artigo, a documentação na pesquisa em energia foi definida seguindo a descrição do processo de desenvolvimento da eficiência energética, que pode ser um esquema de avaliação do ambiente de construção, certificação energética ou todo construção de ferramentas de benchmarking. O estudo de caso também foi adotado nesta pesquisa. Um exemplo semelhante foi o trabalho de Dall'O et al. onde foi realizado como um estudo de caso para demonstrar o uso de tipologias de construção para modelar o balanço energético nacional na Grécia.

A revisão de caráter integrativo foi realizada sobre 31 artigos que compreendiam desde relatórios técnicos até produções científicas que corroboram a importância da energia eólica tanto no Brasil quanto no mundo. Através da análise de todos os materiais, o problema a ser estudado foi definido, dentre as 31 publicações e anuários observados, 19 foram elegíveis para o corpo da pesquisa, por se tratarem de um material substancialmente rico em informações.

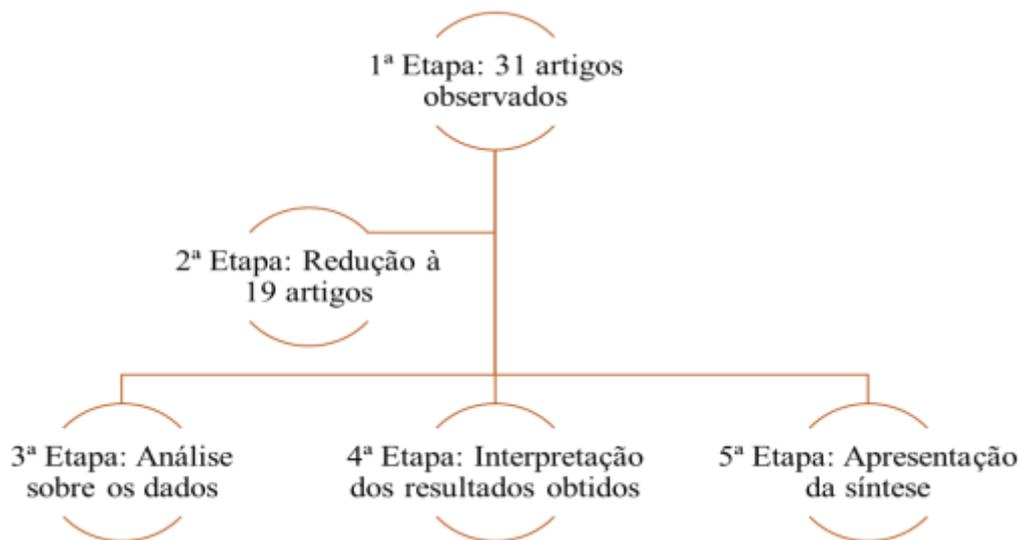
Figura 1 – Esquemática dos procedimentos seguidos na revisão integrativa.



Fonte: Melnyk et al. (2010).

Botelho et al. (2011) diz que o objetivo deste método de pesquisa é fazer uma análise delineada com base no conhecimento que já foi observado em outros estudos, neste sentido, a composição da pesquisa com base nessa diversidade de materiais auxilia na resposta para a pergunta levantada.

Figura 2 – Metodologia de revisão integrativa seguida nesta pesquisa.



Fonte: Elaboração própria baseada em Melnyk, Fineout-Overholt, Stillwell, Williamson. (2010).

Neste artigo, os dados referem-se à obtenção de informações de um banco de dados ou de uma coleção organizada já existente de recursos de informação. Isso é ilustrado por Lee e Kung, (2011) onde esses evidenciam que os dados usados são, principalmente, para explicar o ponto de partida original da pesquisa. Sobre este trabalho, especificamente, caracterizou a mudança da produção de energia eólica e a identificação desse fenômeno (Gil, 2002). Em termos de procedimentos, esta pesquisa baseia-se no método bibliográfico de natureza teórica e elaborada a partir de materiais já publicados, como artigos, relatórios, teses e monografias (Gil, 2002).

3. Resultados e Discussão

3.1 A energia e suas fontes

Com o tempo, a energia passou por diversas mudanças na forma como era produzida e distribuída no país; as escolhas de modelos de produção de energia feitas em um país também são econômicas. Os modelos de produção de energia apresentados e desenvolvidos, em conjunto com a infraestrutura implantada em todo o país, refletem perfeitamente o cenário energético do país (Mauad et al., 2017). Este processo de formação de escolhas diversificadas de modelos de energia, influencia as condições de vida das pessoas, bem como as condições do comércio e da indústria; tanto dos indivíduos como das comunidades em que fazem parte, visto que, dependendo das decisões tomadas, serão implementados diferentes métodos de acesso à energia, envolvendo um maior ou menor número de consumidores.

Assim, a classificação das formas de energia de acordo com a forma como são encontradas na natureza são fósseis e renováveis. Os combustíveis fósseis são provenientes da matéria orgânica formada no solo ao longo de algumas centenas de milhões de anos e estão disponíveis em quantidades limitadas (Mauad et al., 2017), o que implica um esgotamento mais ou menos rápido, sendo esta escassez um aumento dos custos previsíveis (Tolmasquin, 2016). Além disso, sua extração costuma gerar impactos ambientais significativos, como as emissões de metano associadas à extração de carvão.

Em um contexto global, as matrizes são bem diversificadas e seguem uma linha que é intrínseca às condições de cada país, sejam as demandas ou ofertas de recursos para produção de energia, países frios, por exemplo, tendem a consumir muito mais energia nos meses de inverno, pois utilizam aquecedores e outros eletrodomésticos típicos desta estação (Mauad et al., 2017). Em 2018, cerca de 32% da matriz energética mundial era composta por petróleo e derivados, seguidos por carvão (27,1%), e gás natural (22,1%) (IEA, 2018), enquanto que a matriz energética brasileira era composta por 36% de petróleo e derivados, 17% de derivados da cana de açúcar, e 12% hidráulicos (EPE; MME., 2018).

3.2 A Energia eólica no Brasil

É fundamental perceber que as fontes de energia limpa e renovável não se limitam ao vento, mas é preciso observar o potencial dessas energias para fazer as escolhas certas. Em 2017, no Brasil, a capacidade instalada de produção de energia elétrica era de 12.283 MW de fontes eólicas, sendo que, desse total, 10.157 MW vieram de parques eólicos do Nordeste EPE; MME. (2018). Ainda assim, toda essa capacidade de produção elétrica correspondia a apenas 7,1% da capacidade de geração elétrica nacional, ficando atrás da capacidade hidrelétrica - 63,8% -; e o térmico - 26,5% -. Isso deixa claro que, embora houvesse grande capacidade de geração eólica no Nordeste naquele ano, a comparação com a nacional era muito pequena. Em maio de 2021, segundo o Boletim Mensal de Geração Solar Fotovoltaica produzido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS EPE (2021), mostrou que a capacidade instalada de produção de energia elétrica proveniente de fontes solares era de 2.930,94 MW, mas apenas registrou 23% de fator de capacidade média, ou seja, essa era a produção média dessas usinas no período analisado pelo ONS. O cenário atual do Brasil nos mostra um avanço na instalação de parque eólicos e no aumento da capacidade instalada de geração de eletricidade. De acordo com o ONS (2021), Bahia, Piauí, Ceará, e Rio Grande do Norte são os estados brasileiros que possuem maior capacidade instalada de geração de energia elétrica proveniente de usinas eólicas, sendo o RN e a BA os estados líderes na capacidade instalada, num total de 118 usinas e parques conectados aos SIN que funcionam em conjunto.

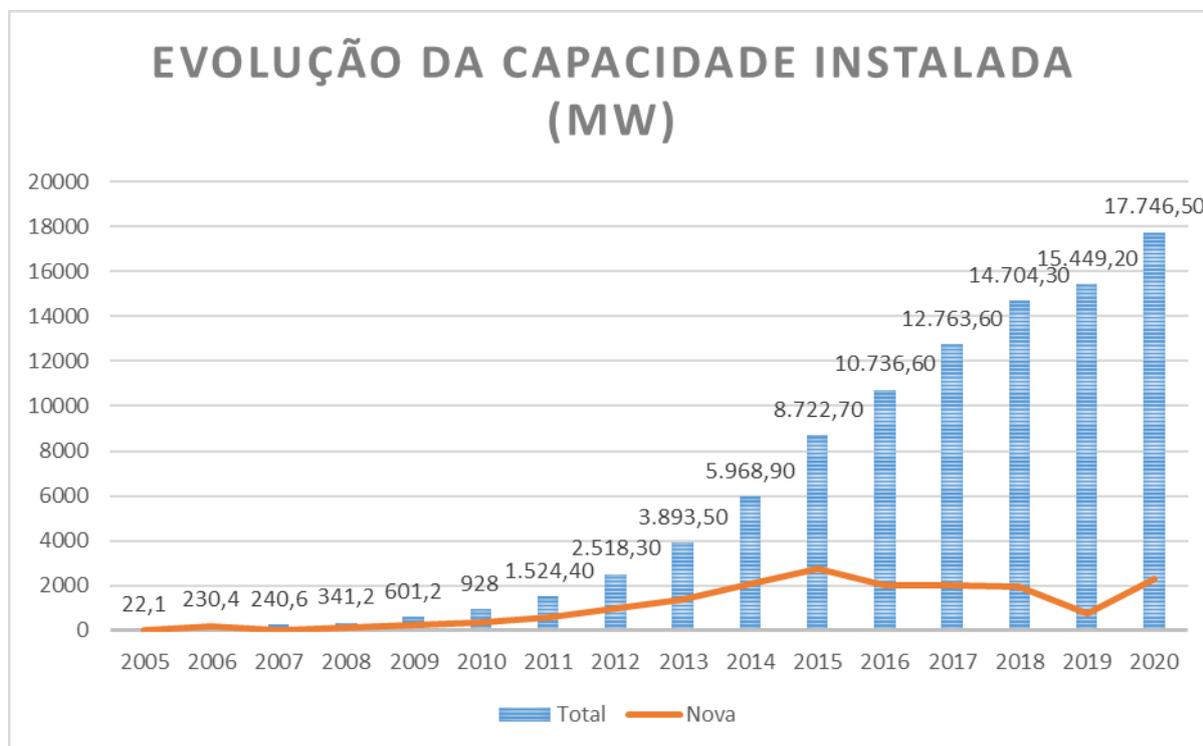
Tabela 1 – Capacidade Instalada e Geração de energia por estado – Maiores estados.

Estado	Potência Instalada (MW)	Geração Verificada (MW)	FCM %
Bahia	4.979,35	2.469,26	49,59%
Rio G. do Norte	4.940,28	1.672,75	33,86%
Piauí	2.314,55	1.290,64	55,76%
Ceará	2.153,41	468,65	21,76%
Rio G. do Sul	1.724,39	602,99	34,97%
Pernambuco	635,62	220,16	34,64%
Maranhão	426,00	75,53	17,73%
Santa Catarina	222,00	57,65	25,97%
SIN	17.395,60	6.857,63	39,42%

Fonte: Adaptado de ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico (2021). Boletim Mensal de Geração Eólica. Diretoria de Operação – DOP. (2021).

Ao longo dos anos, a capacidade de produção de energia eólica do país cresceu substancialmente, principalmente na região Nordeste. Em 15 anos, a capacidade instalada de energia eólica saltou de 22,1 MW em 2003 para 17.746 MW em 2020 (ABEEÓLICA, 2020), com as capacidades de produção sendo aumentadas ano a ano muito rapidamente. Essa evolução é observada a partir de alguns anos após o momento em que as diretrizes do PROEÓLICA¹ são adotadas, e a produção de energia eólica entra no país.

Figura 3 – Evolução da capacidade de produção de energia Eólica no Brasil através dos anos.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de ABEEÓLICA, A. B. D. E. E. Boletim Anual. [S.l.]. 2020.

¹ Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA no território nacional, criado pela resolução 24/01 | Resolução no 24, de 5 de julho de 2001.

É notável que devida expansão tenha ocorrido em função de algumas proposituras técnicas, mas é importante destacar que nenhuma medida é totalmente efetiva, neste contexto, sem as devidas potencialidades. No caso Brasileiro, a extensão territorial continental favorece o surgimento de diversas potencialidades (Amarante et al., 2001): por possuir muitos rios volumosos, temos uma enorme potencialidade hidrelétrica, também temos uma potencialidade imensa na questão da produção de energia solar dada a posição latitudinal do Brasil; além da favorabilidade na produção de energia eólica devido aos ventos marítimos que sopram do oceano para o continente e favorecem a região na produção desse tipo de energia.

3.3 Perspectivas econômicas

Na região Nordeste, a maior parte do consumo de energia elétrica corresponde às classes consumidoras residenciais, industriais e comerciais. No montante total, a correspondência é de cerca de 80% na média do consumo da região (EPE, 2021), sendo o consumo industrial o maior dos setores consumidores dentre os oito classificados pela EPE na maioria dos anos observados. Além de observar-se a quantidade de GWh consumidos no subsistema Nordeste, também é necessário observar-se quantas unidades consumidoras possui a região, dado que nem sempre um alto consumo de energia elétrica se traduz em várias unidades consumidoras.

Tabela 2 – Unidades Consumidoras no subsistema Nordeste – 3 maiores classes.

	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL
2012	14.555.289	1.051.546	58.401
2013	15.054.739	1.082.986	57.132
2014	15.599.911	1.125.178	43.553
2015	15.999.695	1.168.699	42.289
2016	16.376.945	1.190.382	41.936
2017	16.685.601	1.205.935	40.473
2018	16.955.269	1.215.406	37.437
2019	17.331.236	1.266.202	36.810
2020	17.619.466	1.219.839	35.541

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE. Empresa de Pesquisa Elétrica. Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>>.

A disparidade entre o número de unidades consumidoras de classe residencial e as demais classes é evidente, incluindo-se também a classe industrial, que apresenta um alto consumo de energia e um baixo número de unidades consumidoras. Todavia, ainda que o consumo da classe Industrial seja por muitas vezes páreo ou superior ao do consumo residencial, há um declínio nos índices desde o ano de 2013, principalmente no comparativo dos anos 2013/2014, onde a queda foi bem mais acentuada. Notadamente, assim como a expansão do consumo de energia ao longo dos anos se deu de maneira suave e sem grandes oscilações ou diferenças exorbitantes, de semelhante modo aconteceu com o número de unidades consumidoras nas classes observadas, salvo a exceção do setor industrial.

Voltando-se a atenção especificamente para as concessionárias do subsistema NE de energia, observa-se como tem se comportado as tarifas aplicadas ao longo dos anos do recorte temporal, destacando-se que nesse aspecto específico, analisa-se apenas as tarifas sem o peso dos tributos cobrados nas devidas jurisprudências. Também é importante salientar que os valores

tarifários que são definidos pelas empresas de concessão e distribuição de energia não são os mesmos aplicados diretamente ao valor sobre os kWh nas unidades consumidoras.

Tabela 3 – Evolução tarifária média de fornecimento R\$/MWh sem impostos ao consumidor doméstico nordestino.

Empresa	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CELPE	279,36	307,54	263,10	285,68	343,04	386,30	418,31	481,27	502,69	492,68
CEMAR	340,42	357,62	294,90	296,86	379,07	424,73	468,81	544,97	591,92	533,72
COELBA	305,72	338,33	266,50	272,78	334,82	378,63	396,23	473,24	505,15	510,24
COSERN	287,52	315,71	276,24	292,98	337,91	368,18	378,27	444,37	470,77	472,33
EBO	243,40	270,97	237,81	248,67	356,37	395,16	395,10	471,16	477,58	440,37
ENEL-CE	307,53	305,50	257,97	289,18	399,48	417,13	444,48	454,73	498,31	505,91
EPB	290,80	307,24	262,53	268,20	346,14	381,41	415,93	485,41	515,60	485,91
ESE	278,40	299,08	265,98	287,31	356,34	389,01	416,43	470,25	487,21	467,64
SULGIPE	279,47	349,05	281,59	286,45	378,77	440,19	459,64	512,92	535,17	486,33

Fonte: Elaboração própria a partir de ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatórios de Consumo e Receita de Distribuição, 2021. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>>.

A mesma metodologia é aplicada para todos os setores da economia, seja o setor de consumo doméstico, industrial ou comercial. É importante destacar que a tarifa cobrada ao consumidor é no modelo de R\$/kWh, ou seja, para chegar-se aos valores que são aplicados sobre o consumo doméstico de energia, divide-se o valor apurado por 1000. As tarifas acima não apresentam uniformidade ao longo dos anos e as tarifas não são as mesmas nos estados, isso ocorre porque desde 1995 as empresas são incentivadas a oferecer as melhores condições de serviços, os quilômetros da rede de distribuição de cada empresa, o custo da energia comprada pelas distribuidoras e a área de concessão.

A composição dos custos da tarifa de energia elétrica está baseada em uma lei normativa chamada PRORET - Procedimentos de Regulação Tarifária – que foi formulada em 2011 e aprovada no mesmo ano (ANEEL, 2011). Composto por 12 módulos, essa lei normativa foi criada para dar formato ao modelo de tarifa no país, e cada módulo possui uma lei normativa que também o regulamenta. Cada módulo possui especificidades no que tange a formulação das tarifas, desde a modulação sobre as receitas até a modulação sobre os custos operacionais e de outros setores.

No tocante aos fins tarifários, são consideradas duas parcelas na composição da tarifa: a parcela A e a parcela B. Por definição das regulamentações normativas, a parcela A corresponde aos custos incorridos pela distribuidora relacionados às atividades de geração e transmissão, além de encargos setoriais previstos nas legislações específicas de cada estado (ANEEL, 2011). A parcela B corresponde aos custos operacionais, as receitas irrecuperáveis, a remuneração de capital e cota de depreciação (ANEEL, 2015). Além destes fatores, também é subtraída da parcela compartilhada de outros tipos de receitas. No último bloco da composição das tarifas, o que abrange os tributos estaduais baseados nas devidas jurisprudências, encontram-se o ICMS, o PIS e o COFINS, e a tarifa de iluminação pública.

Figura 4 – Composição da tarifa de energia elétrica no Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir de (ANEEL, 2011) (ANEEL, 2014) (ANEEL, 2018) (ANEEL, 2021)

3.4 Desafios econômicos

O primeiro desafio a ser apresentado é o da inconstância de ventos. A diferença da circulação dos ventos na região Nordeste não favorece uma expansão dentro de todo o seu extenso território e isso é um problema a ser resolvido. Os ventos não sopram da mesma forma durante todo o dia nem em todos os lugares, e essa imprecisão da inconstância dos ventos torna a produção de energia incerta, de certa forma, uma vez que os ventos são oscilantes e não induzem uma produção constante de energia, a dependência das outras fontes de energia – incluindo as não renováveis e ditas, sujas – também permanecerá constante. A diferença de fatores como velocidade, constância e altitude das faixas de vento, forcem os processos de instalação dos parques eólicos a se adaptarem nos locais já disputados por outros parques, além de direcionar forçosamente os investimentos para setores tecnológicos que poderiam ser facultados, de certa forma. É interessante destacar que ainda que hajam ventos em diversos lugares, nem sempre haverá favorabilidade para geração de energia eólica.

O segundo ponto a ser observado como um grande desafio é o armazenamento da energia elétrica. Esse problema não é limitado à energia eólica, ele também se aplica às demais fontes geradoras de energia, entretanto, aqui na energia eólica o problema é de veras complexo: pode-se armazenar água para energia hidrelétrica, pode-se adquirir petróleo e queimá-lo para produção de energia, pode-se queimar bagaço de cana e derivados na produção de biomassa... Mas não há como estocar vento, não existe tecnologia avançada o suficiente para acumular correntes de ar e fazê-las girar os motores eólicos, e isso é um problema muito grande quando se comparam as fontes de geração de energia. O semelhante caso ocorre nas usinas fotovoltaicas, que se necessitam de luz constante. Por não haver uma maneira de se armazenar ventos nem mesmo a energia elétrica gerada, a opção pela geração de energia elétrica das eólicas encontra um obstáculo potencialmente prejudicial, dado que todos os fatores são levados em conta no momento da instalação dos parques eólicos.

Como um efeito em cadeia, o terceiro desafio é relativo à transmissão de energia gerada pelo sistema dos parques eólicos. A energia gerada nos parques não é diretamente injetada no SIN, inclusive, nem todos os parques eólicos em funcionamento atualmente injetam suas cargas de energia no sistema interligado nacional, e esse também é um problema. A

necessidade de linhas de transmissão desde os parques até o ponto de conexão representa um custo a mais na cadeia de custos do sistema eólico, e vale a pena salientar que a construção de novas linhas de transmissão não é barata. Isso ocorre devido as diretrizes da ANEEL especificarem que alguns tipos de cargas baixas provocam desequilíbrios na rede, e essas cargas precisam ser injetadas na medida certa no sistema. Além da necessidade da instalação de novas linhas de transmissão desde os parques eólicos até os pontos de conexão, também é necessário que se possuam meios mais eficientes, uma vez que as linhas de transmissão também perdem energia para o meio, além de serem alvos de furtos em escalas menores por todo o país.

Seguindo a linha, chega-se a um dos mais complexos desafios presentes atualmente, o Sistema Interligado Nacional totalmente conectado. Em termos práticos, toda a energia gerada é injetada no SIN, e toda a energia gerada é consumida. O quebra-cabeça da região Nordeste está posto no aspecto de que tudo o que se produz em energia eólica se consome, o que implica em dizer que, somadas as fontes eólicas e hídrica apenas do Nordeste, ter-se-ia autonomia suficiente para prover a demanda regional sem a necessidade de adição de altas tarifas de energia, importação de energia e bandeiras tarifárias. Se por um lado a região possui essa vantagem, deve-se considerar que nem sempre há energia onde há vento, e em determinados meses do ano o subsistema NE necessita de energia elétrica de outros subsistemas. Este é o ponto, o problema, o grande desafio: o SIN deve ser totalmente interligado? Isso favorece os consumidores nordestinos? Afinal de contas, o Nordeste é autossuficiente em energia eólica ou ainda depende dessa interligação para garantir que apagões não se repitam?

Após uma série de desafios que atingem a esfera econômica, observa-se um ponto que é muito interessante para a economia: A ausência de dados relativos aos custos de produção de energia eólica. Não há, até então, nenhum órgão que forneça dados sobre os custos de implantação de um parque eólico, ou nem mesmo os custos relativos à transmissão de energia desde os parques até os pontos de conexão, e isso também é um problema. Talvez se o conhecimento sobre os custos das torres, dos aerogeradores, das pás eólicas, da renda paga aos moradores que alugam suas terras para instalação das torres eólicas, da transmissão de energia até os pontos de conexão com a rede básica, aí sim poder-se-ia inferir se de fato a energia eólica é barata em comparação à outras fontes. O conhecimento se estende apenas aos preços dos leilões de energia e do que serão pagos sobre os MWh gerados pelos parques, sejam em leilões de energia presente ou de energia futura, e esse ponto ainda permanece desconhecido, gerando dificuldade em certos estudos, como este aqui, por exemplo.

Se por um lado não há conhecimento dos custos específicos da geração de energia eólica, por outro lado sabe-se muito bem sobre os desvios de energia e consumo de energia, e esse é mais um desafio a ser transposto. Ainda que haja uma grande geração de energia eólica no Nordeste, as perdas de energia por má aferição de consumo e por furto de energia ainda são altas. Outro ponto inalterado é o do consumo de energia na região Nordeste, inclusive o consumo do setor Industrial, que apesar da queda no número de unidades consumidoras, não apresentou queda no consumo pelo menos por três anos seguidos. Por seu turno, a classe consumidora residencial possuindo a maior parcela de unidades, é uma das que menos teve alteração no consumo, que praticamente acompanhou a evolução ao longo dos anos analisados. Nota-se que há uma necessidade de esclarecimento sobre como a entrega de energia é feita ao consumidor final, e que as perdas de energia também é consumo, mas onde começa um e termina o outro?

O penúltimo desafio é o segundo mais importante no que tange à energia eólica: As tarifas. Como já mencionado antes, os custos da geração não são conhecidos, mas as tarifas sim e elas são bem altas. A tarifa de energia possui um mecanismo complexo e engessado de composição, ainda que haja uma especificação técnica tarifária aplicada sobre a forma como a energia é adquirida. Poder-se-ia considerar uma bitributação o fato de que o consumidor final paga as tarifas de aquisição, transmissão, encargos setoriais e impostos, já que os encargos setoriais são compostos por uma série de tarifynhas imbuídas no complexo corpo tarifário da luz elétrica. Se a energia eólica é mais barata, ela então deveria ser cotada por aquisição em uma modalidade diferente, até porque há essa distinção para as cotas de Itaipu e Angras, mas não há cotas de aquisição para energia eólica em si, o máximo que se encontrará são as tarifas de aquisição por leilões de energia existente ou

leilões por energia futura.

O último desafio, e nunca menos importante, são os impostos. A carga tributária que incide sobre as tarifas de energia é exorbitante e danosa ao consumidor, tendo em vista que as jurisdições locais – leia-se governos estaduais – incidem na tarifa de energia com um ICMS estratosférico. A variação dos impostos sobre a tarifa de energia é bem superior aos índices inflacionários em todo o recorte temporal, o que contrasta com a realidade de “energia barata”; ora, se é barata, ela não chega aos consumidores finais desta forma. É na forma do “junto & misturado” que a tarifa chega à casa do consumidor, seja indústria, comércio ou residência, e isso dificulta a análise minuciosa especificamente sobre a energia eólica. Se de fato a energia eólica é barata, então os seus custos deveriam ser conhecidos e as tarifas deveriam ser menos maquiadoras, porque é isso que acontece atualmente. Impostos não são descomedidos desde que sejam aplicados à justa e necessária medida, ao contrário disso, será apenas uma mera ferramenta de arrecadação governamental.

4. Conclusão

A imprevisibilidade das coisas, às vezes, debruça-se em determinadas situações que exigem clareza e objetividade no falar e no expressar das ideias, dentro desta pesquisa apresentada também não é diferente. O discurso de energias renováveis tem se propagado ano após ano, em todas as esferas, desde as discussões de sala de aula até as conferências internacionais que reúnem autoridades das mais diversas regiões do planeta. Na tratativa da energia eólica, ainda que todo o aparato que se tenha atualmente corrobore para uma adoção em larga escala da produção dessa energia, existem diversos problemas e desafios a serem transpostos. No decorrer deste trabalho, surgiram alguns dos maiores desafios que são intrínsecos à economia, e que possuem um impacto substancial na forma com que se vê a energia eólica e a série de sistemas que são interligados a esse tema. Um a um, os desafios econômicos foram elencados e apresentados na visão que a pesquisa ofertou, dentro das perspectivas vistas e analisados ao longo de todas estas páginas.

Portanto, conclui-se que o discurso de energia renovável deve ser aplicado à energia eólica com cautela, dado que nem sempre pode-se encontrar vento suficiente para gerar energia. Salienta-se também que há um contraste entre as fontes geradoras de energia que ocultam todo o potencial eólico do Nordeste, pois o alto índice de geração de energia não se traduz em independência e autonomia energética da região. Ressalta-se também que o desconhecimento de certos componentes intrínsecos à geração de energia eólica dificulta a sua qualificação clara como energia barata, já que os seus custos são parcialmente desconhecidos. Considera-se justa a forma como a tarifa é calculada, mas injusta no aspecto da energia eólica em si, já que esta é considerada barata, mas seu custo de aquisição não é claramente delineado pela ANEEL. Por fim, a carga de impostos sobre a tarifa de energia é alta o suficiente para que se julguem quaisquer que sejam as fontes de energia como caras, pois é notório que os impostos sobre a tarifa de energia não correspondem com a realidade, o que se faz concluir que no caso da energia elétrica como um todo, a adoção de altos impostos se traduz em um mecanismo de arrecadação estatal.

Sugere-se que novas pesquisas no sentido de revisar os aspectos relativos aos custos de geração de energia eólica sejam conduzidos, também é necessário que novos estudos que apresentem as condições enfrentadas na construção dos novos parques eólicos, uma vez que existem uma série de fatores que não são conhecidos em sua totalidade, como os impactos da renda pagas aos arrendatários de espaços de terras para construção de torres eólicas. Sugere-se, por fim, que estudos relativos às formas de como os leilões de energia elétrica afetam os valores cobrados nas tarifas de energia elétrica, dado que a tarifa é praticada em diversas modalidades em todo o território nacional.

Referências

- ABEEÓLICA, A. (2018). *Boletim anual de geração eólica*. ABEEólica.
- ABEEÓLICA, A. B. (2020). *Boletim Anual*.

- Amarante, O. A., Brower, M., Zack, J., & Sá, A. L. (2001). *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*.
- ANEEL. (2010). Resolução Normativa nº 414/2010. *Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica*.
- ANEEL. (24 de maio de 2011). Resolução Normativa nº 435/2011. *PRORET*, p. 5.
- ANEEL. (2014). Resolução Normativa nº 604/2014. *Módulo 3.3 - Custos de Transmissão*.
- ANEEL. (2015). Resolução Normativa nº 660/2015. *Módulo 2: Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição - Perdas de Energia*.
- ANEEL. (2015). Resolução Normativa nº 883/2020. *Bandeiras Tarifárias*.
- ANEEL. (2018). Resolução Normativa nº 803/2018. *Módulo 3.2 - Custos de Aquisição de Energia*.
- ANEEL. (2021). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 13 de setembro de 2021, disponível em Relatórios de Consumo e Receita de Distribuição: <https://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>
- ANEEL. (2021). *Luz na tarifa*. Acesso em 8 de Setembro de 2021, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica: <https://www.aneel.gov.br/luz-na-tarifa>
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. de A., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, 5(11), 121–136. <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>
- BRASIL. (Jul de 2001). Resolução nº 24, de 05 de Julho de 2001.
- Dall’O, G., Galante, A. and Torri, M. (2012b). A methodology for the energy performance classification of residential building stock on an urban scale. *Energy and Buildings* 48, 211–219.
- EPE. (2021). *Empresa de Pesquisa Elétrica*. Anuário Estatístico de Energia Elétrica: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>
- EPE; MME. (2021). *BEN - Relatório Síntese*.
- EPE; MME. (2018). *BEN, Balanço Energético Nacional*. EPE.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4a ed.), Atlas.
- IEA, [E. (2018). <https://www.iea.org>.<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel>
- Lee, W. and Kung, C. (2011). Using climate classification to evaluate building energy performance. *Energy* 36, 1797-1801.
- Mauad, F. F., Ferreira, L. d., & Trindade, T. C. (2017). *Energia renovável no Brasil: Análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras*. São Carlos: EESC/USP.
- Melnik, B. M., Fineout-Overholt, E., Stillwell, S. B., & Williamson, K. (2010). The Seven Steps of Evidence-Based Practice. *Evidence-based practice*, 51 - 52.
- ONS, O. N. (2021). *Boletim Mensal de Geração Eólica*. Diretoria de Operação – DOP.
- Tolmasquin, M. T. (2016). *Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica*. EPE.
- UNESP. Faculdade de Ciências Agrônomicas. Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos. *Tipos de revisão de literatura*.