

# Energia eólica

Perspectivas e desafios  
no Rio Grande do Norte



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico



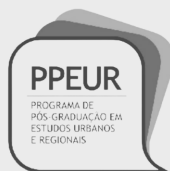
CAPES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPG

Pró-Reitoria de  
Pós-Graduação



PPEUR

PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ESTUDOS URBANOS  
E REGIONAIS



LISAT

Laboratório Interdisciplinar  
Sociedades, Ambientes e Territórios



# Energia eólica

## Perspectivas e desafios no Rio Grande do Norte

Zoraide Souza Pessoa  
Organizadora

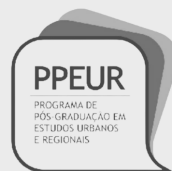


**Editora Livraria da Física**

São Paulo | 2022



**PPG**  
Pró-Reitoria de  
Pós-Graduação



**LISAT**

Laboratório Interdisciplinar  
Sociedades, Ambientes e Territórios

Copyright © 2022 Zoraide Souza Pessoa

**Editor:** JOSÉ ROBERTO MARINHO

**Editoreção Eletrônica:** HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

**Capa:** HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

*Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.*

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Energia eólica: perspectivas e desafios no Rio Grande do Norte / Zoraide Souza Pessoa, organizadora. – São Paulo, SP: Livraria da Física, 2022.

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-206-4

1. Desenvolvimento econômico 2. Desenvolvimento sustentável 3. Energia eólica - Rio Grande do Norte (Estado) 4. Fontes energéticas renováveis 5. Política energética - Rio Grande do Norte (Estado) I. Pessoa, Zoraide Souza.

22-107599

CDD-621.042

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Energia eólica: Fontes energéticas renováveis: Tecnologia 621.042

Eliete Marques da Silva – Bibliotecária – CRB-8/9380

ISBN: 978-65-5563-206-4

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil • *Printed in Brazil*



**Editora Livraria da Física**

Fone/Fax: +55 (11) 3459-4327 / 3936-3413

[www.livrariadafisica.com.br](http://www.livrariadafisica.com.br)



# Conselho Editorial

**Amílcar Pinto Martins**

Universidade Aberta de Portugal

**Arthur Belford Powell**

Rutgers University, Newark, USA

**Carlos Aldemir Farias da Silva**

Universidade Federal do Pará

**Emmánuel Lizcano Fernandes**

UNED, Madri

**Iran Abreu Mendes**

Universidade Federal do Pará

**José D'Assunção Barros**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

**Luis Radford**

Universidade Laurentienne, Canadá

**Manoel de Campos Almeida**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

**Maria Aparecida Viggiani Bicudo**

Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

**Maria da Conceição Xavier de Almeida**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Maria do Socorro de Sousa**

Universidade Federal do Ceará

**Maria Luísa Oliveras**

Universidade de Granada, Espanha

**Maria Marly de Oliveira**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Raquel Gonçalves-Maia**

Universidade de Lisboa

**Teresa Vergani**

Universidade Aberta de Portugal



## APRESENTAÇÃO

**N**AS ÚLTIMAS DÉCADAS, o Brasil entrou no circuito das novas energias renováveis, com grande destaque para a expansão das fontes eólicas e solares, impulsionadas pela ampliação de incentivos estatais para a diversificação das fontes de energia nas matrizes energética e elétrica nacionais. Ainda assim, predomina, no Brasil, o uso da hidroeletricidade, advinda de grandes empreendimentos energéticos, do tipo hidrelétricas, que respondem por mais de 60% de toda a energia gerada e consumida no país.

Essa nova configuração se dá no contexto de novos cenários internacionais que passam a discutir e a definir que os países efetivem políticas energéticas que priorizem alternativas que sejam ambientalmente renováveis e sustentáveis e que incidam na redução das emissões de gases do efeito estufa, potencializando ações mitigadoras e de adaptação às mudanças climáticas pautadas na efetivação de modelos de transição energética que eliminem a dependência nos combustíveis fósseis.

Embora o Brasil tenha uma situação bem diferente do cenário mundial, que é altamente dependente de fontes energéticas não-renováveis, advindas sobretudo de combustíveis fósseis, que representa mais de 80% da matriz energética mundial e que no caso brasileiro, cerca de 55%. Essa composição vai incidir diretamente na matriz elétrica mundial, também fortemente dependente dos combustíveis fósseis e que ainda não chega a 10% de sua composição advinda das energias renováveis. No país, tradicionalmente nossa matriz elétrica é de fontes renováveis, ou seja, atualmente, mais de 80% advém deste tipo, com predomínio, da hidráulica, mas que cresce a participação advindas sobretudo, da eólica, solar e biomassa.

Apesar desta relativa condição confortável em termos de diversificação na composição de suas matrizes energética e elétrica com fontes renováveis, contraditoriamente não nos garante segurança energética em tempos de mudanças climáticas. No contexto, nacional, crescentes apagões elétricos, como o ocorrido em 2001, seguido de outros nos anos seguintes, aliado a uma crescente demanda de consumo energético, impulsionaram a implantação de políticas públicas que favoreceram ampliar a participação de fontes renováveis nas matrizes energética e elétrica. Esses fatores foram mais decisivos do que a consciência da importância da definição de um planejamento que vislumbre segurança energética diante das ame-

aças climáticas que podem repercutir sobre a geração elétrica dependente de recursos hídricos mais suscetível à variabilidade climática e aos eventos extremos, como as estiagens mais intensas e frequentes.

Entre as fontes renováveis que se expandiram nesse período, ganharam destaque as energias produzidas advindas da exploração dos ventos e do sol como fontes naturais e renováveis, que no contexto brasileiro teriam enorme capacidade vocativas para seu desenvolvimento.

Neste contexto, a fonte eólica é a que mais tem ampliado sua capacidade de geração de eletricidade no país, advinda da sinergia dos ventos, vem transformando as paisagens litorâneas brasileiras de forma intensa na última década, especialmente no Nordeste do Brasil, onde tem-se a maior concentração de empreendimentos de energias eólicas, popularmente conhecidos como parques eólicos do país.

Entre os estados do Nordeste do Brasil, o Rio Grande do Norte, é um dos maiores produtores de energia eólica do país, sendo seguido por outros estados como Bahia e Ceará. No entanto, essa fonte está em franca expansão com a presença crescente nos demais estados nordestinos, o que certamente provocará cenários de competitividades entre os estados para atração de empreendimentos energéticos renováveis nos próximos anos. Pode-se citar aqui os parques de energia eólica *offshore* (no mar), os parques solares e o hidrogênio verde como novos vetores de expansão de energias renováveis nesta região.

No Rio Grande do Norte, os incentivos federais alcançaram sinergia com os governos estaduais, que vêm mantendo condições favoráveis, em certa medida, para atrair a vinda de investimentos para explorar a energia dos ventos, mesmo com a alternância de governos e suas respectivas ideologias partidárias. Em junho de 2021, já contabiliza mais de 177 parques eólicos, presentes sobretudo ao longo de sua costa litorânea, mas também no continente, marcando um movimento de interiorização dos empreendimentos eólicos no território potiguar. Sendo recentemente promovidas ações pela atual Governadora do Estado, Fátima Bezerra para promover a instalação de parques *offshore* e a exploração de hidrogênio verde através da captação de investimentos estrangeiros para empreender estes novos segmentos no Rio Grande do Norte.

Nesse sentido, este livro, que se trata de uma coletânea, faz um resgate das duas últimas décadas de energia eólica no Brasil, mas com ênfase no Nordeste e em particular no estado do Rio Grande do Norte (RN), apresentando como essa atividade produtiva vem criando paisagens e dinâmicas novas em territórios potiguares. O RN se destaca pela quantidade de empreendimentos eólicos que se iniciou



em meados de 2009, com a instalação do primeiro parque eólico no município de Rio de Fogo e que hoje já se aproxima de cerca de duas centenas de parques eólicos em funcionamento no estado.

Esperamos com esta coletânea de artigos proporcionar a reunião seleta da produção de estudos realizados sobre essa temática, contemplando diversas análises realizadas no âmbito do Rio Grande do Norte como *case* empírico da energia eólica de sucesso no Nordeste do Brasil.

Por outro lado, é importante descrever para além do empreendimento produtivo, como este se relaciona com a dinâmica socioambiental, econômica e climática dos territórios que estão envolvidos, e que estão marcados por conflitos socioambientais, com baixo retorno de desenvolvimento para as populações locais, estando longe de proporcionar o alcance com justiça socioambiental e humana para as populações. Ao contrário, vem dimensionando novas situações de riscos, muitos inéditos, mas que expõem as já amplas condições de vulnerabilidades que caracterizam os territórios onde estão localizados os empreendimentos eólicos.

A coletânea é composta por 12 (doze) capítulos que exploram as dimensões climáticas, sociais, econômicas e ambientais que envolvem a exploração de energias eólicas no contexto do Nordeste brasileiro e que resultam de pesquisas realizadas por pesquisadores e estudiosos de instituições de ensino superior do Rio Grande do Norte ao longo dos últimos anos. É importante ressaltar que as energias eólicas são muito dinâmicas, por isso, alguns dados já podem estar desatualizados, contudo, o contexto e as questões e problemáticas retratadas nesta obra continua atuais e se ampliando cada vez mais.

O livro inicia com o capítulo 01: **Simulação da velocidade do vento no nordeste do Brasil usando o modelo regional WRF**, escrito por pesquisadores vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da UFRN, o qual não trata diretamente do Rio Grande do Norte, mas faz uma análise das condições do vento no Nordeste e sua incidência para a produção de energia eólica na região. Esse capítulo foi escrito pelos seguintes autores: Alexandre Torres Santos, Cláudio Moisés Santos e Silva, Moniki Dara de Melo Ferreira, Rosaria Rodrigues Ferreira, Weber Andrade Gonçalves, Daniel Faro do Amaral Lemos, Leonardo de Lima Oliveira, Luciano André Cruz Bezerra, Bergson Guedes Bezerra, Cristiano Prestrelo de Oliveira. Os autores discutem as condições do vento na região Nordeste utilizando modelos climáticos regionais que permitem avaliar a qualidade e a manutenção das condições do vento considerando a questão climática.

O capítulo 02: **Estudo da velocidade do vento na região oceânica próxima ao nordeste do Brasil através de modelagem dinâmica regional**, foi escrito por

Gilvani Gomes de Carvalho, Cláudio Moisés Santos e Silva, Rosária Rodrigues Ferreira, Moniki Dara de Melo Ferreira, Patrícia Nunes Tuchtenhagen, Alexandre Torres Santos, Wendy Mary da Silveira Pires, Bergson Guedes Bezerra, Cristiano Prestrelo de Oliveira, Weber Andrade Gonçalves, Aline Gomes da Silva. Trata-se de uma abordagem de modelagem da velocidade do vento e sua repercussão para a dinâmica regional e como pode recair sobre a produção de eólicas no contexto do Nordeste. Esses pesquisadores também são vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da UFRN.

Na perspectiva também regional, mas não relativo aos aspectos climáticos, mas sim de regulação econômica, tem-se o capítulo 03: **Inserção da fonte eólica no país no contexto da dinâmica do ambiente de comercialização regulado dos últimos dez anos**, escrito por Luziene Dantas de Macedo e Ellitamara Alves de Oliveira Melo, vinculadas ao Departamento de Economia da UFRN.

Nesse viés também regional, tem-se o capítulo 04: **Microrregiões eólicas do Rio Grande do Norte**, de autoria de Rebeca Marota da Silva, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais da UFRN.

As discussões passam a se voltar para a expansão das energias renováveis no Brasil a partir do capítulo 05: **Evolução dos modelos de energias renováveis tradicionais para os alternativos e a expansão das eólicas no nordeste do Brasil**, elaborado por Moema Hofstaetter e Zoraide Souza Pessoa, autoras também vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais da UFRN.

No capítulo 06: **Políticas públicas de incentivo para energias renováveis no Brasil e no Rio Grande do Norte**, escrito por Phlidmann Delfino Souto e Zoraide Souza Pessoa, vinculados ao Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) da UFRN e ao Curso de Gestão de Políticas Públicas, do Departamento de Políticas Públicas da citada instituição.

No capítulo 07: **Energia eólica, sustentabilidade e desenvolvimento local em municípios do Rio Grande do Norte**, escrito por Zoraide Souza Pessoa; Loren Cassiane Souza Silva; Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira; Ana Célia Baía Araújo; Edilza Paula Queiroz Alves; Eric Mateus Soares Dias; Phlidmann Delfino Souto, vinculados ao Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, da UFRN.

As discussões se voltam para os aspectos dos conflitos provocados pela presença dos empreendimentos energéticos nos territórios do Rio Grande do Norte nos capítulos que se seguem. Nesse viés, inicialmente se apresenta o capítulo 08: **Impactos e conflitos da energia eólica em territórios de vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte**, de autoria de Moema Hofstaetter e Zoraide

Souza Pessoa, vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, da UFRN.

Neste mesmo viés de discussão, está o capítulo 09: **Qual o lugar do turismo e da energia eólica no Rio Grande do Norte? Reflexões sobre o vento, o sol e o mar**: escrito por Moema Hofstaetter, vinculada ao Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, da UFRN.

Os três capítulos finais da Coletânea focam em análises sobre a percepção das populações no contexto de municípios que têm empreendimentos eólicos no RN. Com esse foco de abordagem, se apresenta o capítulo 10: **Percepção socioambiental e os empreendimentos eólicos: considerações sobre o caso de Galinhos no Rio Grande do Norte**, de Caroline Souza dos Santos, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, da UFRN.

No capítulo 11: **Percepção ambiental para identificação dos impactos ambientais de parques eólicos: o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo – RN**, de autoria de Andréia Castro de Paula Nunes; Gerda Lúcia Pinheiro Camelo; Gesinaldo Ataíde Cândido e Robson Garcia da Silva vinculados ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

E, por fim, o capítulo 12: **Olhares sobre os impactos socioambientais das energias renováveis no município de Areia Branca, RN**, de autoria de Loren Cassiane Souza Silva e Zoraide Souza Pessoa, do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) e e do Curso de Gestão de Políticas Públicas do departamento de Política Pública da UFRN.

Esperamos que esta coletânea possa contribuir para sintetizar como vem se estabelecendo a energia eólica no Rio Grande do Norte, destacando suas possibilidades e contradições!

Convidamos todos a conferir este Livro que recebeu apoio institucional e financeiro do CNPq, da CAPES, do Programa de Pós Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR), da Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PPG), da Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ), do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

*Zoraide Souza Pessoa*  
Natal, verões de 2020-2021



## PREFÁCIO

**E**STE livro foi desenvolvido para contribuir com a discussão sobre a geração de energia eólica no Rio Grande do Norte, como forma de apontar as perspectivas e desafios decorrentes dessa atividade em termos de sustentabilidade, desenvolvimento local, vulnerabilidades e impactos socioambientais e comercialização da fonte no ambiente regulado. Os textos foram elaborados por pesquisadores, estudantes e demais interessados nas áreas de energia, políticas públicas, economia, turismo, climatologia, meio ambiente, desenvolvimento econômico local, entre outras. A ideia foi apresentar um panorama geral e consistente dos debates e estudos atuais acerca do sentido da geração de energia eólica em espaços que possuem não apenas a capacidade de gerar eletricidade a partir do vento, mas, sobretudo, vulnerabilidades socioambientais características de territórios com baixa oportunidade de geração de investimentos intensificadores de desenvolvimento econômico local a partir de suas dinâmicas econômicas e dos recursos naturais existentes nos subespaços.

O conteúdo do livro foi dividido em doze capítulos, os quais retratam a importância do debate acadêmico e da pluralidade do conhecimento na relação geração de energia, meio ambiente e desenvolvimento econômico local. Uma das maiores riquezas desse debate é a percepção de que estamos lidando com uma mudança do paradigma energético até então vigente, substanciado pelo uso intensivo dos combustíveis fósseis. Trata-se de uma mudança necessária e urgente em razão da ocorrência cada vez mais premente do fenômeno das mudanças climáticas, que exige o estabelecimento de políticas e informações científicas fundamentadas na realidade onde se percebe o efeito da ação antrópica sobre o aumento do aquecimento do global, das concentrações de CO<sub>2</sub> e da ocorrência de eventos climáticos extremos em várias partes do planeta.

Os capítulos não se esgotam em si mesmos, mas nos permitem aprofundar a discussão sobre o sentido da mudança desse paradigma em promover com exatidão uma mudança de postura da civilização humana associada à definição de políticas que visem uma tomada de decisão em favor do enfrentamento das ameaças das alterações climáticas. No campo energético, isso significa implantar, dentre outros mecanismos e políticas, um processo de mudança estrutural da matriz de geração de energia em favor da substituição dos combustíveis fósseis pelas fontes renováveis como a eólica, solar, biomassa moderna, maremotriz e geotérmica.

No caso da energia eólica, objeto de debate deste livro, a importância em termos de seu uso pela humanidade é demasiadamente atestada ao longo da história e, na sociedade moderna e pós-moderna, sua relevância, enquanto meio de promover o abastecimento de eletricidade, constitui uma alternativa viável à mudança dos sistemas energéticos vigentes pela possibilidade de complementaridade entre fontes existentes, especialmente a partir da década de 1970, quando a ocorrência dos dois choques de petróleo impactou a segurança no abastecimento de energia no mundo.

Nesse contexto, a energia eólica passou a ser objeto de políticas públicas, técnicas e econômicas, visando o seu desenvolvimento tecnológico, notadamente em relação ao aumento da potência unitária das turbinas eólicas e à expansão da capacidade instalada de geração de eletricidade por esse tipo de fonte nos países desenvolvidos. No Brasil, o desenvolvimento dessa modalidade de geração de energia, enquanto expansão e operação comercial de instalações de energia eólica, ocorreu a partir de 2002, com a criação do Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), e, de 2009, com o estabelecimento da comercialização dessa fonte no ambiente regulado.

A partir de então, a energia eólica foi se transformando no país como um vetor de geração de eletricidade, de forma a complementar a geração hídrica existente, tendo sido constituído um esforço para a atração de investidores em toda a cadeia industrial de geração de energia eólica a montante e a jusante. A geração de energia eólica só se efetiva quando os ventos constantes se movimentam a uma altitude e fluxo capazes de permitir a sua conversão em energia elétrica. No país, a localização desses ventos está concentrada de forma relativamente mais intensa no Nordeste brasileiro, destacando-se os subespaços dos estados do Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí, os quais possuem na atualidade a maior capacidade de geração de energia eólica em kW.

No Rio Grande do Norte, a energia eólica é fator de atração de investimentos, sendo considerado o líder nacional em potencialidade de energia eólica em operação. Dessa forma, essa atividade é fruto de vários debates acadêmicos, não apenas por reconhecer a importância da energia eólica para o Estado no que diz respeito à contribuição inegável dessa fonte na composição da geração de eletricidade em MW médio, no aumento da capacidade de qualificação da mão de obra para trabalhar no setor e na intensificação do aumento do número de atividades no setor de serviços decorrentes da atividade, mas também pelos impactos que ela gera na fauna, nas dunas litorâneas, no uso da terra para a implantação dos parques eólicos, na pouca contribuição ao processo de adensamento da cadeia industrial nos

subespaços que recebem esses investimentos e na contratação temporária de mão de obra local.

Por fim, deve-se destacar que o livro revela contribuições de autores cujo foco de análise e estudos é a geração de energia eólica no Brasil, em geral, e no Nordeste, em especial, com destaque para o Rio Grande do Norte. Nesse aspecto, o livro reúne contribuições importantes sobre a consolidação dessa atividade no país e os reflexos disso nos subespaços que são impactados diretamente pela atividade. Existe entre os autores a preocupação de contextualizar os dez anos de geração de energia eólica no Brasil e nos Estados do Nordeste, e o que tudo isso representa em termos da relação da atividade com o meio onde ela se insere e, nesse sentido, a elaboração dos artigos elencados neste livro reconhece que não basta discutir a importância da fonte eólica para a matriz energética nacional, mas, além disso, é preciso criar políticas específicas na tentativa de potencializar a criação de atividades econômicas nos territórios, geração local de emprego e renda de forma sustentada, a qualidade dos empregos gerados e a arrecadação de impostos decorrentes da atividade. Só assim o legado da energia eólica no Estado se revestirá de novas oportunidades econômicas nos subespaços em paralelo com a expansão na produção de eletricidade por esse tipo de fonte.

*Luziene Dantas de Macedo*

Departamento de Economia da UFRN





# SUMÁRIO

Apresentação	<b>7</b>
Prefácio	<b>13</b>
Simulação da velocidade do vento no Nordeste do Brasil usando o Modelo Regional WRF	<b>19</b>
Estudo da velocidade do vento na região oceânica próxima ao Nordeste do Brasil através de modelagem dinâmica regional	<b>35</b>
Inserção da fonte eólica no país no contexto da dinâmica do ambiente de comercialização regulado dos anos últimos dez anos	<b>53</b>
Microrregiões eólicas do Rio Grande do Norte	<b>77</b>
Evolução dos modelos de energias renováveis tradicionais para os alternativos e a expansão das eólicas no Nordeste do Brasil	<b>97</b>
Políticas públicas de incentivo para energias renováveis no Brasil e no Rio Grande do Norte	<b>117</b>
Energia eólica, sustentabilidade e desenvolvimento local em municípios do Rio Grande do Norte	<b>141</b>
Impactos e conflitos da energia eólica em territórios de vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte	<b>155</b>
Qual o lugar do turismo e da energia eólica no Rio Grande do Norte? Reflexões sobre o vento, o sol e o mar	<b>175</b>
Percepção socioambiental e os empreendimentos eólicos: considerações sobre o caso de Galinhos, no Rio Grande do Norte	<b>187</b>
Percepção ambiental para identificação dos impactos ambientais de parques eólicos: o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo – RN	<b>205</b>
Olhares sobre os impactos socioambientais das energias renováveis no município de Areia Branca – RN	<b>221</b>
Posfácio	<b>245</b>
Sobre os autores	<b>247</b>



# Simulação da velocidade do vento no nordeste do Brasil usando o modelo regional WRF

Alexandre Torres Santos  
Cláudio Moisés Santos e Silva  
Moniki Dara de Melo Ferreira  
Rosária Rodrigues Ferreira  
Weber Andrade Gonçalves  
Daniel Faro do Amaral Lemos  
Leonardo de Lima Oliveira  
Luciano André Cruz Bezerra  
Bergson Guedes Bezerra  
Cristiano Prestrelo de Oliveira

## Introdução

**O** CRESCIMENTO econômico no Brasil nos últimos anos tem aumentado a necessidade de geração de energia elétrica. Nesse contexto, a utilização de fontes limpas e renováveis de energia, como a velocidade do vento (eólica), apresentou-se em destaque nos últimos 20 anos, segundo dados da *Global Wind Energy Council* (GWEC—<http://www.gwec.net>). Além disso, a maior parte do potencial eólico *onshore* do Brasil foi detectado em áreas costeiras e com topografias complexas da região NEB, principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia (AMARANTE et al., 2001). Apesar do aumento da utilização de energia eólica no Brasil, a falta de medidas confiáveis de velocidade e direção do vento ainda prejudica a elaboração de novos projetos nessa área, tais como: i) o alto custo; ii) a qualidade e a disponibilidade dos dados; iii) medições durante um período representativo, normalmente com duração mínima de 1 (um) ano.

A evolução do setor de energia eólica está trazendo uma necessidade de obter um conhecimento preliminar do recurso eólico disponível em áreas com indisponibilidade de torres anemométricas de medição da velocidade do vento, fazendo-se necessário o conhecimento prévio dos regimes dos ventos locais. No Brasil, o monitoramento contínuo dessas informações ainda é ineficiente, apesar de alguns esforços recentes em se determinar uma climatologia da velocidade do vento

na região NEB (SANTOS; SANTOS E SILVA, 2013). Nesse sentido, os Modelos Numéricos de Previsão de Tempo de Mesoescala contribuem de maneira efetiva para suprir tal carência (CHENG et al., 2013). Esses modelos têm como vantagem: i) baixo custo computacional na montagem de um cluster; ii) maior resolução na amostragem (horizontal e vertical) em comparação à rede anemométricas existentes no NEB; iii) possibilidade de ajustes, com dados medidos em estações meteorológicas e anemométricas.

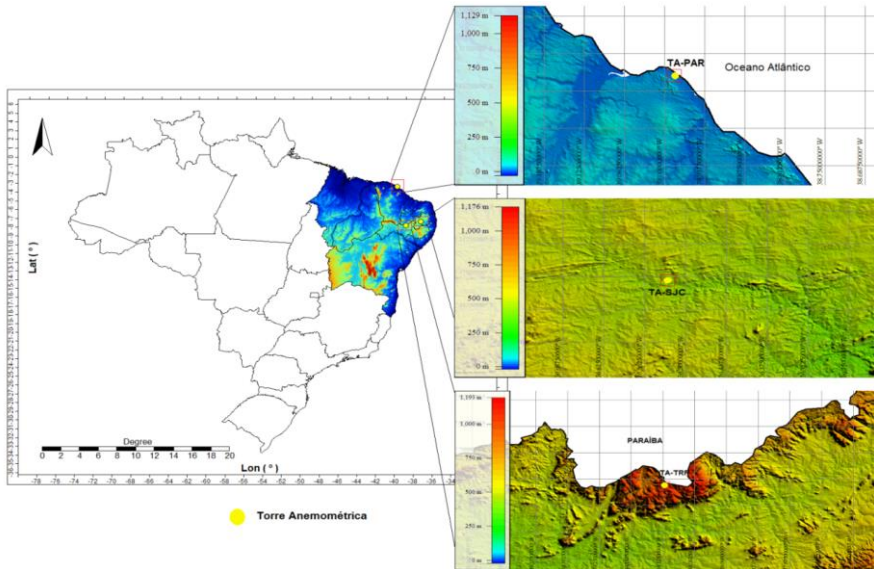
Nas regiões litorânea e semiárida do NEB, foco desta pesquisa, existem poucos estudos sobre a sensibilidade do uso de dados simulados pelo modelo WRF. Assim, há a possibilidade de se propor alternativas a fim de se obter melhorias nas simulações com o WRF sobre o NEB. Esse fato motivou a presente pesquisa. Portanto, o objetivo deste artigo é quantificar os erros de simulações com o modelo WRF e posteriormente aplicar a técnica de assimilação de dados (relaxamento newtoniano e FK) para melhoria da previsão da velocidade do vento sobre regiões distintas do NEB, com e sem presença de topografia complexa.

## Material e métodos

### *Área de estudo e dados observacionais*

Utilizamos dados coletados em três torres anemométricas (TA), situadas nas seguintes localidades: Paracuru (3° 24' 36" S e 39° 1' 51" W) – Estado do Ceará (CE); São João do Cariri (7° 23' 27" S e 36° 31' 58" W) – Estado da Paraíba (PB); Triunfo (7° 50' 16" S e 38° 6' 7" W) – Estado de Pernambuco (PE) (Figura 1). Os dados das TA foram obtidos por meio da Secretaria da Infraestrutura do Ceará (SEINFRA/CE – <http://www.seinfra.ce.gov.br>) e da rede Sistema de Organização Nacional de dados Ambientais (SONDA – <http://sonda.ccst.inpe.br/>). A rede SONDA é gerenciada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com apoio do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), destinada a coletar e melhorar a base de dados dos recursos de energia solar e eólica no Brasil (MARTINS et al., 2007). A Tabela 1 apresenta fonte de dados, as características locais, coordenadas geográficas e altura dos sensores utilizados na TA.

**Figura1** – Localização em destaque de cada Torre Anemométrica utilizada no estudo sobreposta à sua topografia. Fonte: Elaborado pelos autores, utilizando dados de elevação digital *Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)* resolução horizontal 90 m



Fonte: Elaboração dos autores

**Tabela1** – Característica local, localização geográfica, período de dados e altura dos sensores das TA

Município/ Sigla/Fonte	Altitude (m)	Terreno	Coordenadas Geográficas	Alturas (m)	Período
Paracuru/ TA-PAR/SEIN- FRA-CE	20	Plano	03°24'42,4"S 38°59'02,8"W	60	2005
Triunfo/TA- TRF/SONDA	1.123	Monta- nhoso	07° 49' 38" S 38° 07' 20" W	50	2006
São João do Ca- riri/TA-SJC/ SONDA	486	Monta- nhoso	07°22'54"S 36°31'38"W	50	2006

Fonte: Elaboração dos autores

As torres anemométricas de Triunfo (TA-TRF) e São João do Cariri (TA-SJC) são equipadas com um *data logger* para armazenamento das amostras com sensores fabricados pela *R. M. Young Company*. O sensor de velocidade do vento é um anemômetro do tipo hélice, modelo 05106 – “*Wind Monitor-MA Model 05106*”, que mede a velocidade horizontal e a direção do vento. A amostragem de dados é feita a cada minuto, porém, os dados são integrados a cada 10 minutos. Na torre de Paracuru (TA-PAR), os dados de vento são registrados a partir de um anemógrafo computadorizado, modelo NRG 9200*Plus*, fabricado pela *NRG Systems Inc*. O anemógrafo utilizado para o estudo possui uma taxa de amostragem de 0.5 Hz e foi programado para realizar registros num intervalo de integração de 10 minutos. A partir das séries temporais, a cada 10 minutos foram geradas novas séries com médias horárias e diárias para os anos: 2005 (TA-PAR) e 2006 (TA-TRF e TAR-SJC). Os dados foram obtidos para um período de 01 de janeiro a 31 de dezembro (não há falhas nos dados).

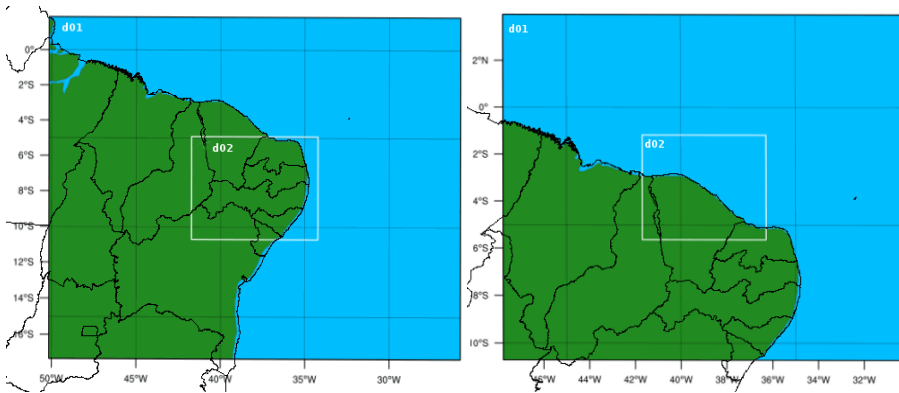
### *Modelo WRF*

O modelo utilizado foi o *Advanced Research Weather Research and Forecasting System* (WRF-ARW), versão 3.5, desenvolvido pelo *National Centre for Atmospheric Research* (NCAR). O WRF-ARW. Trata-se de um modelo não hidrostático, com opção hidrostática, de previsão numérica de tempo de mesoescala que foi desenvolvido tanto para a previsão operacional como pesquisa em ciências da atmosfera e maiores detalhes, quando a estrutura numérica e computacional do modelo podem ser obtidas em Skamarock et al. (2008).

### *Domínio do modelo, configuração e período de simulação*

A Figura 2 apresenta duas áreas (do1 e do2) utilizadas nas simulações e seus respectivos domínios. O primeiro domínio do modelo (do1) possui 180 pontos de latitude por 144 de longitude e 15 km de espaçamento de grade. O segundo domínio (do2) possui 166 pontos de latitude por 130 de longitude e 5 km de espaçamento de grade. O domínio do1 abrange todo o NEB e uma faixa tropical do oceano Atlântico, enquanto o domínio do2 compreende toda a área que abrange as torres anemométricas TA-SJC e TA-TRF. Na vertical, foram delimitados 50 níveis, desde a superfície até 100 hPa. As parametrizações físicas utilizadas nas simulações são informadas na Tabela 4.3. Essa configuração seguiu alguns estudos recentes com o uso do WRF-ARW para regiões tropicais (RAMOS et al., 2013).

**Figura 2**— Domínio de integração do modelo WRF-ARW; (a) área A1 e (b) área A2 com seus seguintes domínios d01 (15 km) e d02 (5 km) representados por retângulos



Fonte: Elaboração dos autores

**Tabela 2**— Parametrizações utilizadas nas simulações do modelo WRF-ARW

Parametrização	Esquema	Referência
Radiação de comprimento de onda longa	<i>Rapid Radiative Transfer Model (RRTMG)</i> .	Iacono et al. (2008)
Radiação de comprimento de onda curta	<i>Rapid Radiative Transfer Model (RRTMG)</i> .	Iacono et al. (2008)
Microfísica	<i>WRF Single-Moment 6-class</i>	Hong e Lim (2006)
Cumulus	Kain-Fritsh	Kain (2004)
Camada de Superfície	Monin-Obukhov	Monin e Obukhov (1954)
Modelo de Superfície do Solo	<i>Noah land-surface model</i>	Tewari et al. (2004)
Camada Limite Planetária	Mellor-Yamada-Janjic	Janjic (1994)

Fonte: Elaboração dos autores

Para as condições iniciais e de contorno, foram utilizados dados do *National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Final Operational Global Analysis (FNL)*, com espaçamento de grade  $1.0^\circ \times 1.0^\circ$  (aproximadamente  $110 \times 110$  km), dispostos às 00, 06, 12, 18 UTC. Esses dados são disponibilizados em 27 níveis verticais. As informações da topografia são provenientes do modelo global de elevação digital desenvolvido pelo *U.S. Geological Survey (USGS)*, cobrindo toda a parte continental da Terra. Os dados de umidade do solo também são do USGS com 16 categorias. Os dados de condição da vegetação usados nas simulações são provenientes do satélite *Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)* com 20 categorias. Essas

três informações (topografia, tipo de vegetação e umidade do solo) são disponibilizadas em uma grade regular de aproximadamente 925m.

As simulações com o WRF-ARW foram de 84 horas, excluindo-se as 12 primeiras (*spin-up*). As simulações foram realizadas nos períodos de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2005 para A2 e 1 janeiro a 31 de dezembro de 2006 para A2. Para assimilação dos dados, foi utilizada a opção relaxamento newtoniano por grade (*nudging*) em todas as simulações. Vários trabalhos na literatura têm demonstrado que o uso do *nudging* em um modelo meteorológico leva a melhores resultados na simulação (SANTOS-ALAMILLOS et al., 2013).

#### *Pós-processamento por meio do filtro de Kalman (FK)*

O FK é um método de assimilação de dados proposto para melhoria da simulação de campos meteorológicos, como, por exemplo, temperatura do ar e velocidade do vento, simulado por um modelo MNT (GALANIS et al., 2006). A metodologia utilizada neste estudo para o desenvolvimento do filtro Kalman é baseada no trabalho de Cassola e Burlando (2012). Esses autores investigaram o uso de funções polinomiais não lineares do algoritmo clássico do filtro de Kalman como melhoria dos parâmetros meteorológicos (velocidade do vento) previstos por MNT. O FK é um procedimento de estimação sequencial, estatisticamente ideal, para sistemas dinâmicos lineares. As medições da velocidade do vento são recursivamente combinadas com as previsões feitas, adotando-se pesos que minimizem os erros correspondentes.

A velocidade do vento apresenta um comportamento não linear em que o método clássico do FK linear não se enquadra na aplicação, apresentando maiores erros em seus resultados (LOUKA et al., 2008). Estudos encontrados na literatura apontam que o uso de polinômios de ordem arbitrária com aplicação do método clássico FK não linear apresentaram resultados satisfatórios na previsão de variáveis meteorológicas, como, por exemplo, temperatura do ar e velocidade do vento, detalhes das equações e os métodos utilizados para montagem da função neste estudo podem ser consultados em Cassola e Burlando (2012).



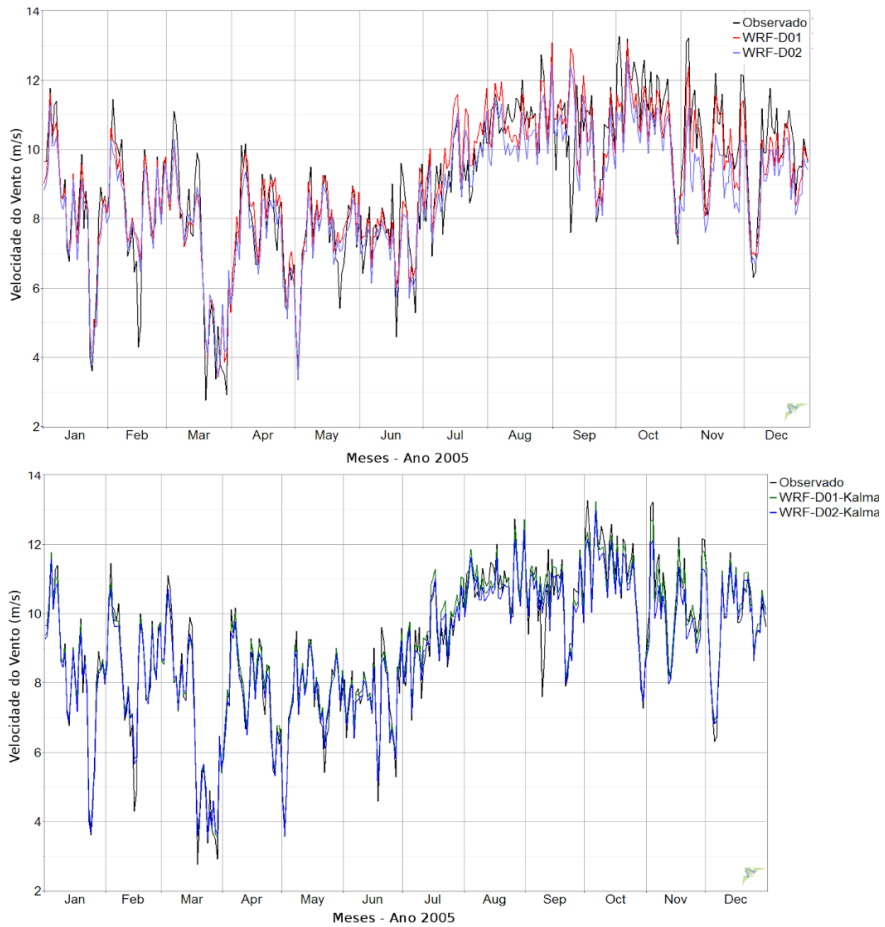
## Resultados e Discussão

### *Aspectos gerais observados e simulados*

Apresentamos, nas Figuras 3, 4 e 5, os resultados das simulações em conjunto com as observações para as duas grades (d01 e d02). A Figura 3a apresenta as séries temporais médias diárias observadas e previstas pelo modelo WRF-ARW com opção *nudging* para Paracuru. A simulação para os dois domínios apresentou comportamentos semelhantes; contudo, em d01 a variabilidade dos picos máximos de velocidade observada foi melhor em relação ao d02. Durante a maior parte do período, ambos os domínios se mostraram capazes de acompanhar a variação média diária dos dados observados, com valores coincidentes em alguns dias. De modo geral, o modelo Wrf subestimou a velocidade do vento e as maiores divergências, para ambos os domínios, concentraram-se em alguns dias dos meses de fevereiro-março e maio (período chuvoso) e agosto-setembro-outubro e dezembro (período de estiagem). Com a aplicação do FK, os resultados melhoraram, eliminando os erros sistemáticos para ambos os domínios, acompanhando a variabilidade dos valores mínimos e máximos da velocidade observada da TA-PAR (Figura 3b), resultados semelhante foram observados por Lima et al. (2012) ao analisar uma região costeira do NEB (João Pessoa – PB).

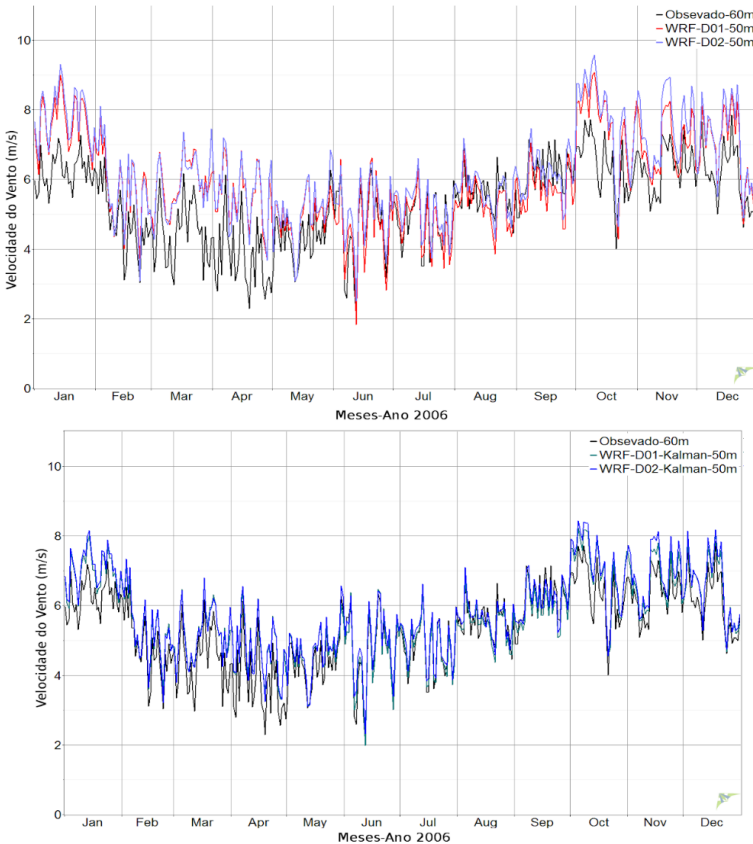
A variabilidade diária da velocidade do vento simulada e observada é apresentada na Figura 4. O vento simulado superestima as observações em ambas as grades, d01 e d02, em dois períodos: janeiro a abril (chuvoso) e outubro a dezembro (seco). Por outro lado, apresentaram-se melhores desempenhos para o período de junho a setembro, que é o período de estiagem. As diferenças, maiores que 3 m/s, foram também encontradas por Ramos et al. (2013) durante o período chuvoso (janeiro a julho) numa região com condição topográfica (montanhas de elevações superiores a 400 m) semelhante ao local da TA-PAR. Essas diferenças podem ser associadas à limitação da resolução espacial da topografia do modelo WRF-ARW, que é de 925 m, implicando-se em aproximações desse fator geográfico, diferente da condição topográfica real (SANTOS-ALAMILLOS et al., 2013). Da mesma forma, a aplicação do FK (Figura 4b) impõe uma diminuição de erros na simulação original.

**Figura 3**—Séries Temporais das médias diárias da velocidade do vento do modelo WRF versus observada (TA-PAR): (a) domínios WRF-d01 e WRF-d02 com opção *nudging*; (b) domínios WRF-d01-FK e WRF-d02-FK com aplicação do FK



Fonte: Elaboração dos autores

**Figura 4**—Séries Temporais das médias diárias da velocidade do vento do modelo WRF versus observada (TA-SJC) para o ano 2006: (a) domínios WRF-d01 e WRF-d02 com opção *nudging*; (b) domínios WRF-d01-FK e WRF-d02-FK com aplicação do filtro de Kalman

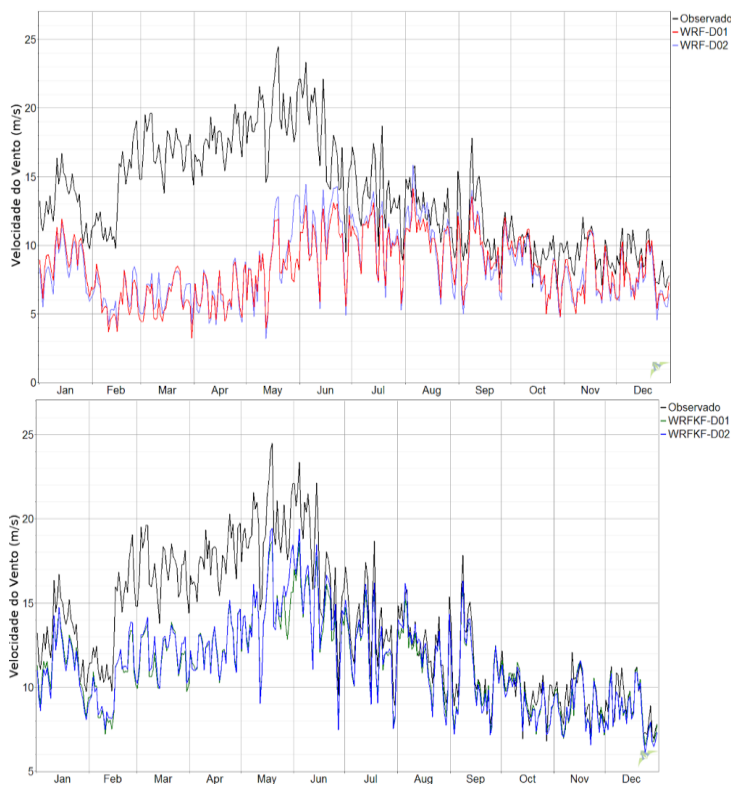


Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 5 mostra a velocidade média diária prevista e observada para o período de medição da TA-TRF. A princípio, nota-se que a simulação subestimou todo o período como resultado da topografia complexa da região. Para o período de julho a dezembro, a simulação do WRF para os domínios WRF-d01 e WRF-d02, ficou mais próxima da observada, apesar de subestimar (Figura 5a). As explicações mais prováveis para a discrepância, baseado em estudos prévios (p.e., CARVALHO et al., 2012) são: i) representação da topografia e morfologia do terreno nos domínios modelados e ii) representação numérica dos processos físicos em escala subgrade. Es-

ses resultados refletem o que era esperado: o aumento da complexidade do terreno também aumenta as dificuldades do modelo em simular com precisão o regime de ventos, sendo que a subestimação apresentada é maior em locais com complexidade de terreno mais elevado. Essas dificuldades em simular o vento em regiões com topografia complexa foram observadas em estudos anteriores (CARVALHO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014). A Figura 5b mostra os resultados com aplicação do FK. Quanto às principais divergências apresentadas nos meses de janeiro a junho, para os domínios WRF-d01-FK e WRF-d02-FK, os resultados melhoraram em relação ao observado. A simulação do WRF, com aplicação FK, conseguiu representar de forma satisfatória o segundo período (julho a dezembro), acompanhando a variabilidade do dado observado e diminuindo os erros sistemáticos.

**Figura 5**—Séries Temporais das médias diárias da velocidade do vento do modelo WRF versus observada (TA-TRF) para o ano 2006: (a) domínios WRF-D01 e WRF-D02 com opção *nudging*; (b) domínios WRF-D01-FK e WRF-D02-FK com aplicação do filtro de Kalman

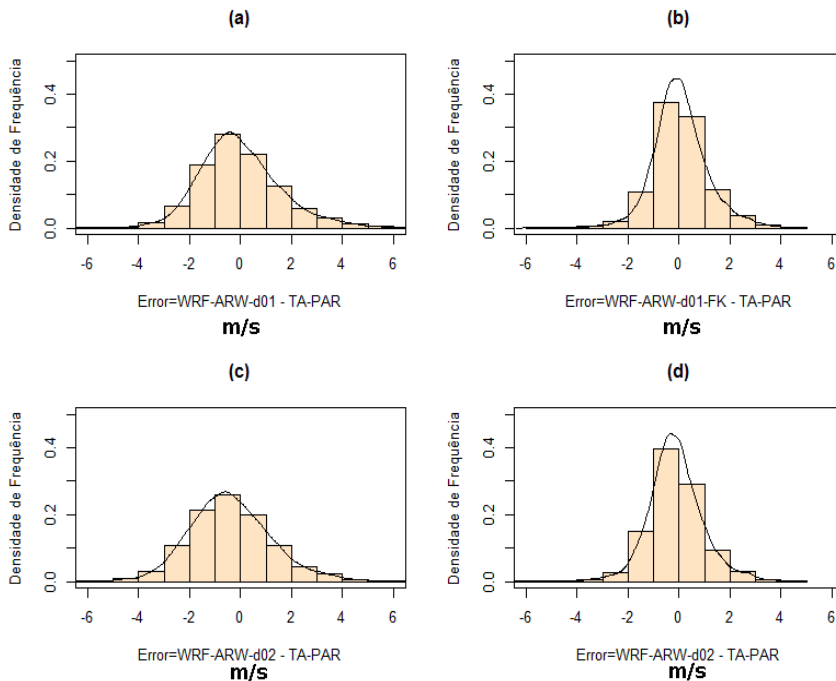


Fonte: Elaboração dos autores

## Análise estatística

Mostram-se na Figura 6 a distribuição dos erros (viés) apresentados pelo modelo por meio dos histogramas da distribuição da densidade de frequência relativa. Os resultados dos erros para a TA-PAR com opção *nudging* do modelo WRF apresentaram maiores valores de densidade nas categorias de subestimativa entre -1,0 e 0 m/s para ambos, do1 e do2. No domínio do1 tende o modelo superestimou as velocidades entre 0-1 m/s e maiores que 3 m/s. Com a aplicação do FK, verifica-se que as distribuições da densidade dos erros mais centrados do valor próximo de zero, mas ainda apresentando como predominante à condição de subestimativa. Além disso, os erros com os dados após o uso do KF têm uma distribuição de densidade um pouco mais acentuada em relação à simulação original.

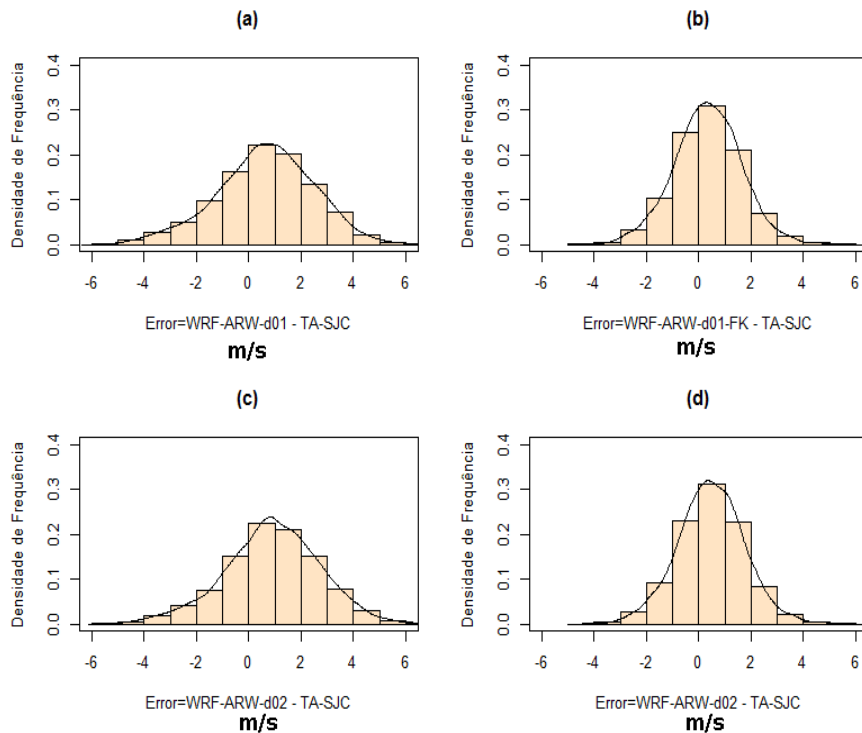
**Figura 6** – Gráficos da densidade de frequência relativa dos erros (diferenças das médias horárias simuladas e medidas) com opção *nudging* (a) e (b) e com o filtro de Kalman (b) e (d) para Paracuru–CE



Fonte: Elaboração dos autores

Na Figura 7, são apresentados os histogramas das densidades dos erros para TA-SJC. Os domínios d01 e d02 apresentaram maiores densidades de frequências entre as classes de 0 e 1 m/s e 1 e 2 m/s. Nota-se que a distribuição dos histogramas de frequência está deslocada para a direita, mostrando que os resultados das simulações, para essa região, tendem a superestimar mais do que subestimar os dados medidos. A densidade de frequência diminuiu à medida que há um aumento do viés. Porém, com a aplicação do FK para ambos os domínios, os resultados ficaram entre o viés 0-1 m/s, melhorando de forma satisfatória.

**Figura 7**—Gráficos da densidade de frequência relativa dos erros (diferenças das médias horárias simuladas e medidas) com opção *nudging* (a) e (b) e com o filtro de Kalman (b) e (d) para São João do Cariri—PB

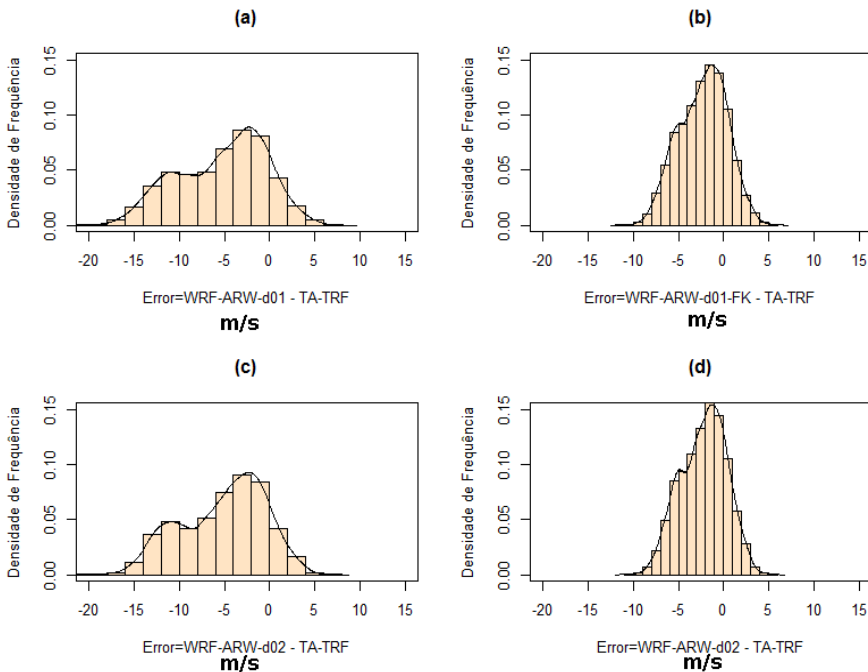


Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 8 expõe os erros do modelo pela distribuição de densidade de frequência relativa por meio dos histogramas dos dados observados da TA-TRF e simulado pelo modelo WRF. O histograma do erro da velocidade do vento para os domínios (WRF-ARW-d01 e WRF-ARW-d02) mostrou uma densidade maior para

a condição de subestimação. Os maiores erros, de acordo com as densidades de frequências, foram de 0.05 a 0.10 na simulação para classes entre 0 a -5 m/s. Os histogramas apresentaram uma configuração assimétrica à esquerda, confirmando uma condição de subestimação dos valores observados para esse período de simulação (janeiro a dezembro de 2006). De acordo com os resultados para cada domínio, não é possível identificar pelos histogramas de densidades de erros, quem apresentou menor viés por causa da similaridade ao qual se observa. Com o FK para os domínios (WRF-ARW-FK-d01 e WRF-ARW-FK-d02), os erros representados pelos histogramas foram maiores para as densidades entre 0.10 e 0.15 nas classes entre 0 e -2 m/s e -2 e -4 m/s. Pode-se afirmar que houve uma melhoria no resultado da simulação com aplicação do filtro, em que ficou constatado um alto viés apresentado na simulação da velocidade do vento a 50 m de altura. Assim, é possível afirmar, por meio desses resultados, que o modelo WRF-ARW foi incapaz de captar a variabilidade dos dados medidos, em terreno complexo, na devida região.

**Figura 8** – Gráficos da densidade de frequência relativa dos erros (diferenças das médias horárias simuladas e medidas) com opção *nudging* (a) e (b) e com o filtro de Kalman (b) e (d) para Triunfo-PE.



Fonte: Elaboração dos autores

## Conclusão

A velocidade do vento simulada a 50 m da superfície com o modelo WRF-ARW variou de acordo com a mesorregião dos Estados Ceará, Paraíba e Pernambuco, com ventos mais intensos no Sertão Pernambuco e Norte Cearense. O prognóstico da intensidade do vento indicou valores diferentes às medições, com os ventos para TA-TRF no período chuvoso (fevereiro a maio), quando comparado com o período seco ao longo do ano. Esses resultados também foram verificados para TA-SJC, com diferenças menores entre as medições e simulações. Para a TA-PAR, o modelo alcançou melhor desempenho em relação às outras regiões. Essa diferença entre os locais de previsão do vento se deve a fatores locais, como topografia e vegetação, assim como ação de brisas marítimas e ventos alísios no litoral, brisas vale-montanha no interior e canalização dos ventos atuantes em áreas com topografia complexa (Triunfo e São João do Cariri). As simulações do modelo WRF representaram de forma adequada a variabilidade do vento, principalmente nas regiões mais próximas ao litoral do NEB.

O modelo apresentou deficiências em simular valores extremos (máximos e mínimos) da velocidade do vento, principalmente em TA-TR e TA-. Porém, o uso do filtro de Kalman no pós-processamento diminuiu esses erros.

Por fim, as simulações da velocidade do vento com o modelo WRF se apresentaram como instrumento computacional eficaz e importante na realização de levantamento preliminar no estudo do comportamento do vento em diferentes áreas, com cobertura de vegetação e topografia elevada. Seu viés na determinação dos padrões médios da velocidade do vento, além do seu desempenho na identificação de fenômenos locais, reforça a tese de sua qualidade na previsão de mesoescala, principalmente para os locais Paracuru e São João do Cariri.

## Referências

AMARANTE, O. A. C.; BROWER, M.; ZACK, J.; SÁ, A. L. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001.

CARVALHO, D.; ROCHA, A.; CÓMEZ-GESTEIRA, M.; SANTOS, C. A sensitivity study of the WRF model in wind simulation for an area of high wind energy. **Environmental Modelling & Software**, v. 33, p. 23-34, 2012.



CARVALHO, D.; ROCHA, A.; GÓMEZ-GESTEIRA, M.; SILVA SANTOS, C. WRF wind simulation and wind energy production estimates forced by different reanalyses: Comparison with observed data for Portugal. **Applied Energy**, v. 117, p. 116-126, 2014.

CASSOLA, F.; BURLANDO, M. Wind Speed and Wind Energy forecast through Kalman filtering of Numerical Weather Prediction model output. **Applied Energy**, v. 99, p. 154-166, 2012.

CHENG, W. Y. Y.; LIU, Y.; LIU, Y.; ZHANG, Y.; MAHONEY, W.P.; WARNER, T.T. The Impact of model physics on numerical wind forecasts. **Renewable Energy**, v. 55, p. 347-356, 2013.

GALANIS, G.; LOUKA, P.; KATSAFADOS, P.; KALLOS, G.; PYTHAROULIS, I. Applications of Kalman filters based on non-linear functions to numerical weather predictions. **Annales Geophysicae**, v. 24, p. 1-10, 2006.

LIMA, L.A.; BEZERRA, C.R. Wind Resource evaluation in São João do Cariri (SJC) – Paraíba, Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 474-480, 2012.

LOUKA, P.; GALANIS, G.; SIEBERT, N.; KARINIOTAKIS, G.; PYTHAROULIS, I. Improvements in wind speed forecasts for wind power prediction purposes using Kalman filtering. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 98, p. 2348-2362, 2008.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B.; MANTELLI, S.; CHAGAS, R. C.; THOMAZ, C.; ANDRADE, E. Projeto SONDA – Rede Nacional de Estações para a coleta de dados meteorológicos aplicados ao setor de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 1., 2007, Fortaleza. **Anais... Fortaleza: Associação Brasileira de Energia Solar**, 2007.

RAMOS, D. N. S.; LYRA, R. F. F.; DA SILVA, R. S. Previsão do vento utilizando o modelo atmosférico WRF para o estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 2, p. 163-172, 2013.

SANTOS, A. T. S.; SANTOS, SILVA, C. M. Seasonality, Interannual Variability, and Linear Tendency of Wind Speeds in the Northeast Brazil from 1986 to 2011. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1-10, 2013.

SANTOS-ALAMILLOS, F. J.; POZO-VÁZQUEZ, D.; RUIZ-ARIAS, J. A.; LARA-FANEGO, V.; TOVAR-PESCADOR, J. Analysis of WRF model Wind Estimate Sensitivity to Physics Parameterization Choice and Terrain Representation in Andalusia (Southern Spain). **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 52, p. 1592-1608, 2013.

SHAMAROCK, W.C.; KLEMP, J.B.; DUDHIA, J.; GILL, D.O.; BARKER, D. M.; DUDA, M. G.; HUANG, X.; WANG, W.; POWERS, J. G. **A Description of the Advanced Research WRF Version 3**. National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, 2008.



# Estudo da velocidade do vento na região oceânica próxima ao nordeste do Brasil através de modelagem dinâmica regional

*Gilvani Gomes de Carvalho  
Cláudio Moisés Santos e Silva  
Rosária Rodrigues Ferreira  
Moniki Dara de Melo Ferreira  
Patrícia Nunes Tuchtenhagen  
Alexandre Torres Santos  
Wendy Mary da Silveira Pires  
Bergson Guedes Bezerra  
Cristiano Prestrelo de Oliveira  
Weber Andrade Gonçalves  
Aline Gomes da Silva*

## Introdução

**A** FONTE de energia mais utilizada no Brasil é a hidrelétrica, apesar de ser considerada uma fonte de energia renovável, por se utilizar da precipitação para a geração de energia elétrica, mesmo assim a construção das barragens provoca vários impactos ambientais, como, por exemplo, o desmatamento de áreas com flora e fauna específicas da região. Nesse sentido, os estudos acerca de energias renováveis, que possuem menores impactos ambientais, têm aumentado em todo o globo. O litoral do NEB é bastante favorecido com a constância dos ventos alísios e sua intensidade, esse favorecimento é devido à sua posição geográfica. A influência dos ventos alísios permite que haja condições para a exploração desse recurso, entretanto os ventos têm uma variabilidade sazonal que pode influenciar na geração da energia eólica, variabilidade essa que está ligada diretamente a fenômenos meteorológicos que ocorrem na porção tropical do Oceano Atlântico (OLIVEIRA; COSTA, 2011).

A atividade de prospecção de energia eólica está diretamente ligada a estudos na área de Meteorologia. Nesse sentido, estudos de velocidade e direção do vento próximo à superfície são ferramentas importantes utilizadas em várias áreas e pode ser aplicado, por exemplo, na construção civil, agricultura, erosão costeira,

bem como parques eólicos para a geração de energia (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013; NCHABA et al., 2016). De acordo com Pereira et al. (2013), a produção de energia eólica no Brasil cresceu de 22MW em 2003 para 602MW em 2009. Os autores ainda apontam que, de acordo com o modelo de projeção do relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC-AR4), cenários A2 e B2, haverá um aumento da velocidade do vento acima de 20% até o ano de 2100, no NEB, principalmente na porção norte e nordeste.

Para auxiliar no estudo do comportamento do vento próximo à superfície, os pesquisadores podem se valer de modelos dinâmicos. Alguns estudos destacam que, apesar de os Modelos Climáticos Globais (MCG) representarem bem os principais sistemas de grande escala; contudo, não conseguem representar de forma adequada sistemas de mesoescala e escala local, seja devido à complexidade do terreno. Sales et al. (2015) ressaltam que Modelos Climáticos Regionais (MCR), por possuírem espaçamento de grade bem menor que os modelos globais, conseguem representar sistemas e características que os MCG não conseguem captar devido à linha de costa, topografia e vegetação heterogênea, por exemplo.

Um dos MCR mais utilizados por pesquisadores é o *Regional Climate Model* (RegCM), que teve sua primeira versão desenvolvida no final da década de 1980 pelo *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) por Dickinson et al. (1989) e Giorgi (1990). Esse modelo foi desenvolvido baseado na 4ª versão do Modelo de Mesoescala (MM), posteriormente foram desenvolvidas outras versões do RegCM, a utilizada no presente trabalho é a versão RegCM4.0 (GIORGI et al., 2012). Portanto, a motivação da presente pesquisa é usar simulações realizadas com o modelo RegCM4.0 para avaliar sua aplicabilidade na representação do vento em regiões oceânicas. Reboita et al. (2017) estudaram a intensidade do vento e a densidade de energia eólica a 100 metros da superfície, sobre a América do Sul e oceanos adjacentes, através de técnicas de *downscaling* utilizando o modelo regional RegCM4.0. Os autores simularam dois períodos e chamaram de tempo presente e tempo futuro. No estudo do tempo presente, o vento a 10 metros de altura e o período compreende os anos de 1979 até 2005, o modelo foi capaz de simular o padrão dos ventos observados, porém mostrou algumas diferenças na intensidade do vento, mas essas diferenças estão associadas às incertezas envolvidas nas simulações, tais como condições iniciais e de contorno e da variabilidade interna. Quanto ao tempo futuro, que foi separado em dois períodos, futuro próximo, que compreende os anos de 2020 até 2050, e futuro distante, que abrange os anos de 2070 até 2098, os autores encontraram um aumento na intensidade do vento.

Nesse contexto, o objetivo principal é analisar a intensidade da velocidade do vento *offshore* na costa da região do Nordeste Brasileiro através de modelagem numérica. Especificamente, analisaremos a variabilidade interanual da velocidade do vento em diferentes regiões, além de estudar anos contrastantes (El Niño, La Niña e Neutro).

## Metodologia

### *Aspectos gerais do modelo dinâmico RegCM4.0*

O RegCM4 utiliza para sua discretização vertical o sistema de coordenada sigma-p na vertical, para um fluido compressível e hidrostático. Na horizontal, usa a discretização em uma grade B de Arakawa (GIORGI et al., 2012). O modelo é composto por vários tipos de parametrizações físicas, como, por exemplo, transferência radiativa, fluxo oceânico, camada limite planetária, superfície, convecção cumulus, dentre outras. Referente à convecção cumulus, o modelo possui três variações, Kuo, Grell e MIT-Emanuel.

A parametrização de Kuo (ANTHES, 1977) é ativada pela convecção quando a convergência de umidade da coluna excede um determinado valor. Embora ainda esteja presente desde a primeira versão do RegCM, não é comumente utilizada por fornecer precipitações muito menores, ou seja, esse esquema subestima bastante a atmosfera, reduzindo drasticamente a precipitação (GIORGI et al., 2012). A parametrização mais utilizada é a de Grell (GRELL, 1993), esse esquema utiliza convecção profunda do fluxo de massa, no qual as nuvens são caracterizadas como sendo duas circulações com correntes ascendentes e subsidentes, onde a interação com a atmosfera ocorre somente na base e no topo da nuvem. Tal esquema faz uso de dois fechamentos, um é o de Arakawa-Schubert (ARAKAWA; SCHUBERT, 1974), em que toda a energia flutuante é liberada imediatamente, enquanto o fechamento de Fritsch-Chappell (FRITSCH; CHAPPELL, 1980), a energia flutuante só é liberada em um certo espaço de tempo (GIORGI et al., 2012). A parametrização MIT – Emanuel (1991) foi introduzida na versão 3 do RegCM. O fluxo convectivo dessa parametrização é baseado em um modelo de escala de subnuvem com correntes ascendentes e subsidentes, onde a precipitação baseia-se na autoconversão da água da nuvem em água precipitável. Esse esquema é o mais complexo dos três, por possibilitar uma otimização do desempenho em diferentes regimes climáticos através de vários parâmetros (GIORGI et al., 2012).

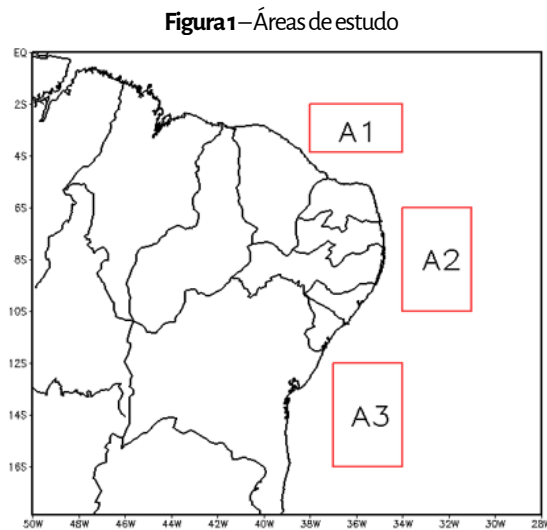
As simulações realizadas com o modelo foram no período de 1991-2009 para o trimestre do “outono”, março-abril-maio. A justificativa para isso é que se trata do período com a maior concentração de precipitação no Nordeste (DE SOUZA et al., 2005). O espaçamento de grade do modelo foi de 50 km, foram usados 160 pontos na direção zonal e 80 na direção meridional, na vertical foram 18 níveis sigma-p, variando da superfície até 5,0 hPa. O *timestep* do modelo foi de 90 s e cada trimestre de simulação foi iniciado 15 dias antes, ou seja, todas as simulações foram iniciadas no dia 15 de fevereiro, a fim de se obter um ajuste do modelo (técnica de *spin up*). As condições de contorno atmosféricas foram oriundas do Era-Interim, com espaçamento de 1,5° (longitude por latitude). Duas simulações foram analisadas. A primeira usando a parametrização de convecção profunda de Grell e a segunda de Emanuel, estas foram escolhidas por representar de forma mais adequada o regime de precipitação no NEB. Mais detalhes sobre os experimentos e o desempenho do modelo para a precipitação no NEB e Amazônia são descritos por Silva (2016).

#### *Dados de vento do algoritmo Blended Sea Winds (BSW)*

Os dados observados utilizados correspondem à velocidade do vento *offshore*. O conjunto original de dados compreende o período de junho de 1987 até o presente. E foram obtidos do *The National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA/NCDC), que fornece o produto BSW. Esse produto é uma combinação de múltiplos satélites que utilizam a interpolação Gaussiana, que faz com que haja um aumento na resolução temporal (ZHANG; BATES; REYNOLDS, 2006) e que realizam o monitoramento do vento sobre o oceano, esse produto está disponível a partir de 9 de julho de 1987 até o presente. Esses dados foram avaliados a partir de dados observados por bóias oceânicas no Atlântico e apresentaram boa concordância (SILVA et al., 2016). O produto está disposto em uma grade regular de espaçamento de 0,25°x0,25° (Longitude por Latitude), que corresponde a aproximadamente 27,5 km na região tropical. A amostragem temporal é de 6 horas, nos horários sinóticos de 00, 06, 12 e 18 horas UTC. A velocidade do vento é medida a uma altura de 10 metros acima da superfície do oceano e é expressa em metros por segundo (m/s).

### Seleção das áreas no litoral do NEB

Para o presente estudo foram selecionadas três áreas distintas e com diferentes características. A área A1, localizada próximo à costa norte do NEB, além das áreas A2 e A3, que estão localizadas próximo à costa leste do NEB. Entretanto, A2 está mais ao norte, próximo à costa dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, e A3 está próximo à costa da Bahia. Foi realizada uma interpolação dos dados resultantes das simulações utilizando o software *Climate Data Operator* (CDO), para a mesma grade dos dados observados, para então poder avaliar o desempenho das simulações utilizadas no presente trabalho. Essas áreas foram escolhidas devido às diferenças nos padrões de vento, bem como a atuação de diferentes sistemas que acabam por influenciar a direção e a velocidade do vento. A Figura 1 mostra a disposição das três áreas no mapa no NEB.



**Fonte:** Elaboração dos autores

### Análise estatística

Para a validação dos estudos realizados nas três áreas e para obter uma análise quantitativa, foram empregadas técnicas estatísticas, a saber: o Erro Médio Absoluto (EMA), representado pela equação 1, o Raiz do Erro Quadrático Médio (RQEM), representado pela equação 2, e o boxplot como representação gráfica.

Além da análise para os 18 anos, que inicialmente foi o estudo principal deste trabalho. Além disso, serão analisados anos com comportamento contrastantes, a saber: 1998, que foi um ano de El Niño, 2008, que foi um ano de La Niña, e 1991, que foi um ano neutro. O objetivo de analisar esses anos foi observar o comportamento das parametrizações em representar os sistemas atuantes na região tropical, como, por exemplo, a ZCIT, e o padrão de ventos.

## Resultados

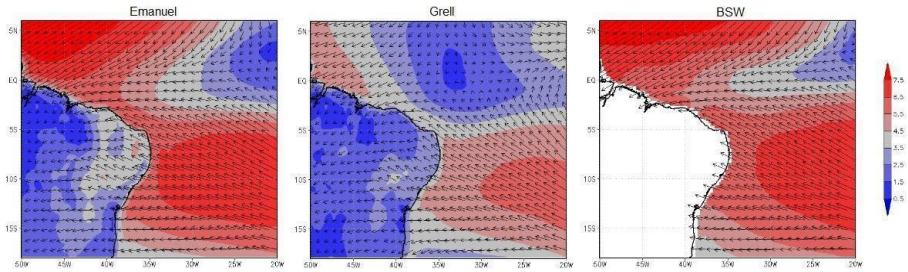
### *Aspectos gerais: simulação de 18 anos*

Apresenta-se na Figura 2 o resultado da média da velocidade do vento, tanto para a observação quanto para as simulações utilizando as parametrizações de Emanuel e Grell com fechamento de Arakawa e Schubert, para o período de 18 anos dos outonos estudados. O outono é caracterizado como sendo uma estação de transição entre o verão e o inverno, tendo seu início em março e término em maio, uma de suas características é a maior incidência de ventos. As médias do período das observações analisadas indicam a região da ZCIT delimitada entre as latitudes de  $-2,5^{\circ}$  e  $3,0^{\circ}$  com valores mínimos da velocidade média do vento não ultrapassando  $4,0$  m/s. As maiores velocidades na região da ZCIT estão presentes nas regiões mais próximas à costa da região Norte e à costa norte do NEB.

Outro aspecto de grande escala observado é a intensidade do vento na região da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o ramo norte da Alta Subtropical do Atlântico Norte (Altas dos Açores), que influenciam a posição da ZCIT. Na ASAS, a velocidade do vento ultrapassa a velocidade de  $7,0$  m/s, isso pode ser observado na simulação utilizando a parametrização de Emanuel, assim como nos dados observados. No tocante à simulação realizada utilizando a parametrização de Grell com fechamento de Arakawa e Schubert, pode-se verificar que, tanto em termos de intensidade, quanto na direção do vento, esse experimento apresentou um fraco desempenho relativamente às observações. A primeira característica constatada é que a ZCIT não está bem definida em função da simulação não representar de maneira adequada a direção e intensidade do vento na zona de influência da Altas dos Açores. Por outro lado, apesar de indicar a posição da ASAS de forma relativamente correta, o modelo subestima a velocidade do vento, onde os valores máximos de velocidade nessa região não ultrapassam a marca de  $6,5$  m/s.



**Figura 2**—Média da intensidade e velocidade do vento para o período de 18 anos para a estação do outono



Fonte: Elaboração dos autores

Entretanto, ao analisarmos a comparação da simulação realizada com a parametrização de Emanuel e a observação, verifica-se que esse experimento identifica de forma adequada, embora relativamente deslocada para o Hemisfério Sul, a posição da ZCIT. A direção do vento na região da ZCIT é predominantemente de Leste nesta simulação. Contudo, a principal deficiência apresentada é quanto à intensidade do vento, que é sempre superestimada nessa simulação. Por exemplo, na região próxima à costa Norte do Brasil, o experimento simulou velocidades acima de 5,5 m/s, enquanto na observação a velocidade não ultrapassa 5,0 m/s. Os resultados obtidos utilizando as duas parametrizações corroboram os encontrados por Maity et al., (2017), onde foram realizadas várias simulações com diferentes parametrizações, dentre elas MIT, aqui chamada de Emanuel, e GRELL. Em seu estudo, foi observado que a simulação de Emanuel obteve o melhor desempenho em simular o vento, enquanto a simulação GRELL não apresentou resultados satisfatórios ao simular a velocidade do vento na região do Oceano Árábico.

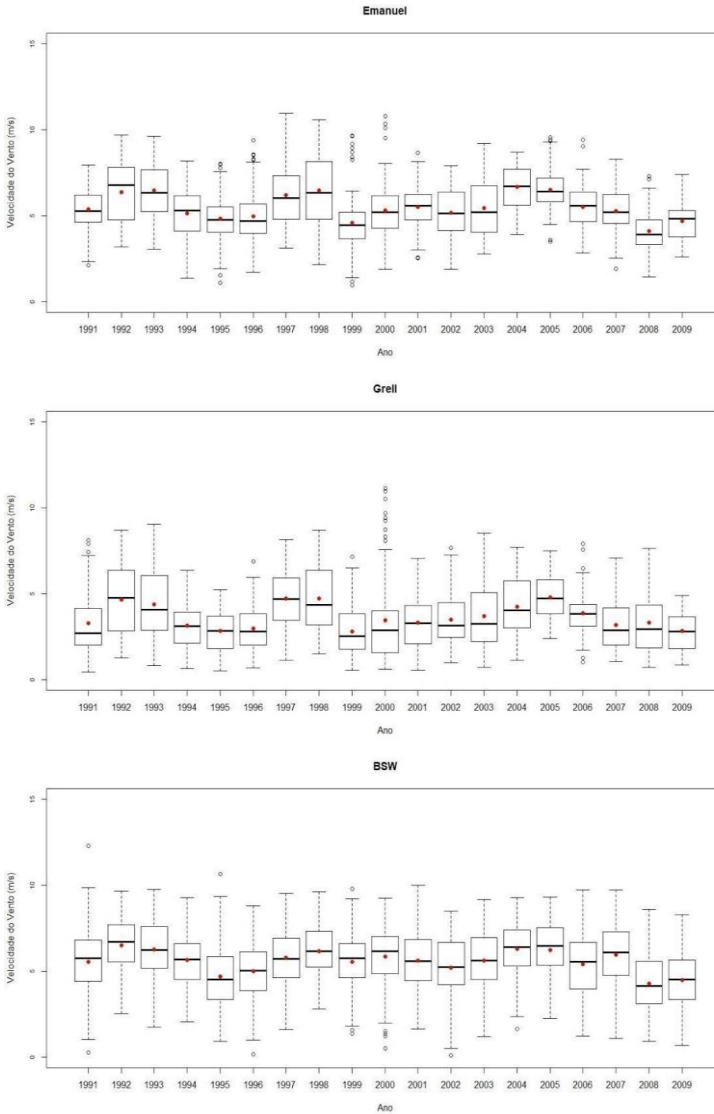
Para uma avaliação empírica das três áreas selecionadas, foi utilizado o boxplot, que, como dito anteriormente, é uma ferramenta gráfica bastante utilizada, bem como foi realizado o cálculo do erro médio absoluto e a raiz quadrada do erro médio. Neste tópico, a análise estatística será descrita por área, para uma melhor compreensão.

A Figura 3 mostra o boxplot para a simulação com parametrização de Emanuel, a simulação com parametrização de Grell e os dados observados de satélite, respectivamente.

Podemos perceber que tanto a parametrização de Emanuel quanto a de Grell, acompanham a variabilidade dos dados observados, entretanto, a amplitude nas duas simulações é menor que o observado, sendo a de Grell mais baixa. Pode-

mos notar a presença de outliers nas duas simulações, na parametrização de Emanuel, em 1999 e em 2000, indicando que houve valores atípicos na velocidade do vento, enquanto na parametrização de Grell, podemos notar que a presença dos *outliers* ocorre em maior concentração no ano de 2000.

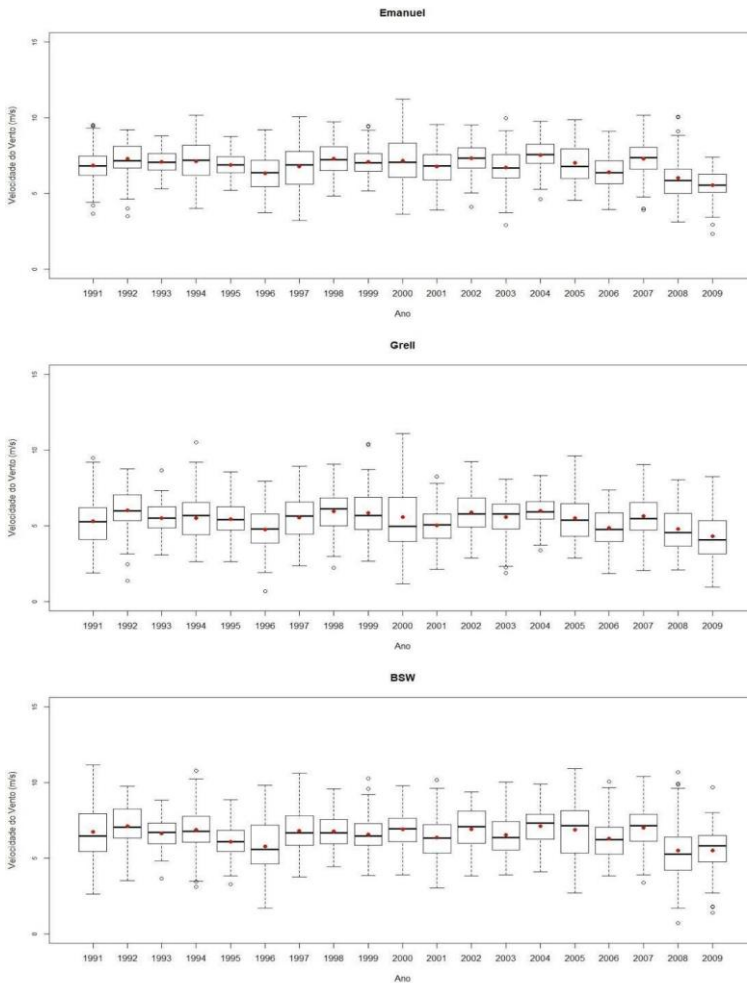
**Figura 3**—Boxplot da velocidade do vento para a área A1



Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 4 mostra o boxplot para as simulações e os dados observados para a área 2. Aqui, podemos perceber que tanto a parametrização de Emanuel quanto a de Grell, acompanham a variabilidade dos dados observados, embora a amplitude seja de certa forma representada nas duas simulações. Ainda assim, os valores máximos no ano de 2000 nas duas simulações, foram expressivamente maiores quando comparados com a observação. Para essa área, nota-se que não há presença significativa de valores atípicos nas duas simulações.

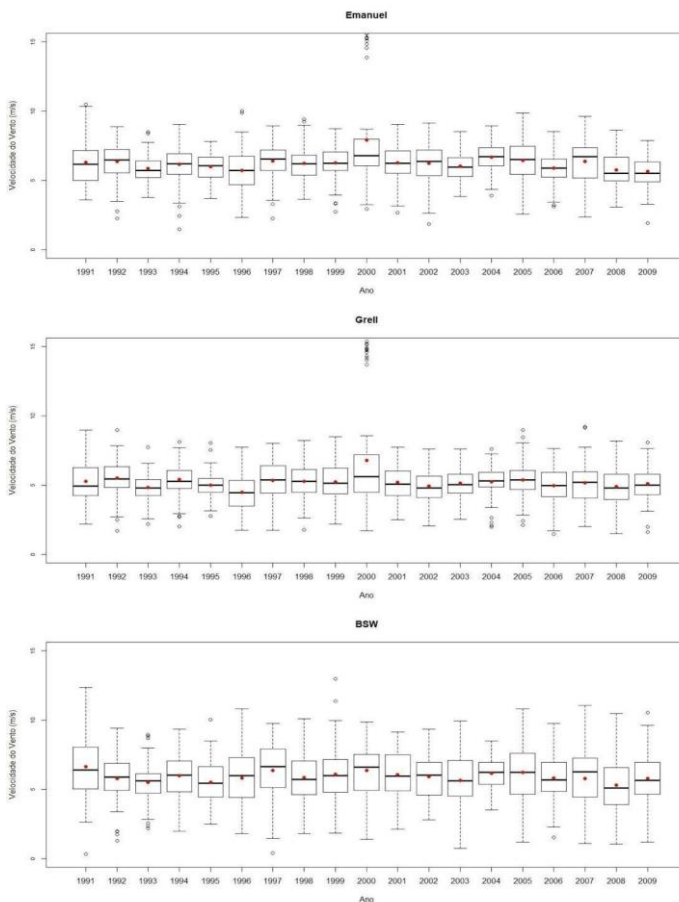
**Figura 4** – Boxplot da velocidade do vento para a área A2



**Fonte:** Elaboração dos autores

A Figura 5 mostra o boxplot para a simulação com parametrização de Emanuel, a simulação com parametrização de Grell e os dados observados de satélite para a área A3. Podemos constatar que tanto a parametrização de Emanuel quanto a de Grell, acompanham a variabilidade dos dados observados, porém a amplitude é menor nas duas simulações, assim como os valores máximos e mínimos de velocidade do vento. Há, ainda, a presença de outliers nas duas simulações com valores próximos a 15 m/s no ano de 2000, esses valores atípicos elevaram o valor da velocidade média, representado no gráfico pelo ponto vermelho, quando comparado com os dados observados.

**Figura 5**— Boxplot da velocidade do vento para a área A3



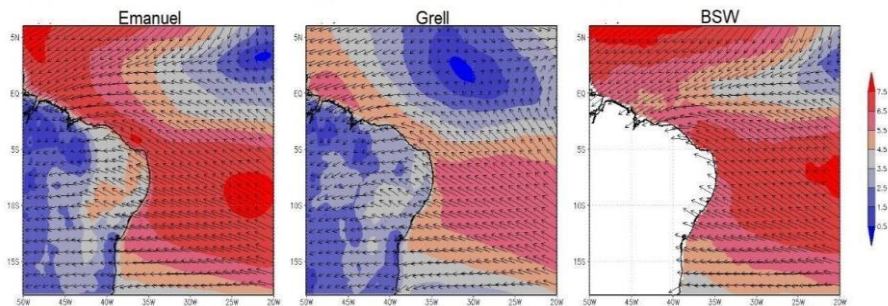
**Fonte:** Elaboração dos autores

### Análise de anos contrastantes

Para exemplificar melhor o desempenho do modelo em simular a direção e a intensidade do vento nas três áreas de interesse, foram escolhidos três anos com características diferentes, um ano de El Niño, La Niña e neutro, são eles 1998, 2008 e 1991, respectivamente. De acordo com Amorim (2016), a classificação desses anos é descrita como desfavorável, favorável e neutro, respectivamente, à ocorrência de precipitação no NEB. O ano é desfavorável quando há a presença do El Niño no Oceano Pacífico e o gradiente no Atlântico Norte, é favorável quando há a presença da La Niña no Oceano Pacífico e o gradiente no Atlântico Sul, e neutro quando não há a ocorrência de El Niño e La Niña, assim como não há gradiente no Atlântico Norte e no Atlântico Sul.

Na Figura 6, referente ao ano com ocorrência de El Niño no Oceano Pacífico e gradiente no Atlântico Norte, podemos ver que em Emanuel há uma intensificação na ASAS, quando comparado com a Figura 2, implicando no posicionamento mais ao norte da ZCIT, além da sua intensificação. Em Grell, pode-se notar que a ASAS é um pouco mais intensa quando comparado com a Figura 2, além disso, não há a configuração da ZCIT, porém como a intensidade da ASAS é maior para o ano de 1998, os ventos na área A1 são mais fortes e predominantemente de sudeste. Em BSW, há uma intensificação da ASAS e como consequência há o deslocamento do ramo ascendente da ZCIT para o Norte, isso implica em uma menor atividade convectiva sobre a região Norte e Nordeste do Brasil, quando comparado com a Figura 2.

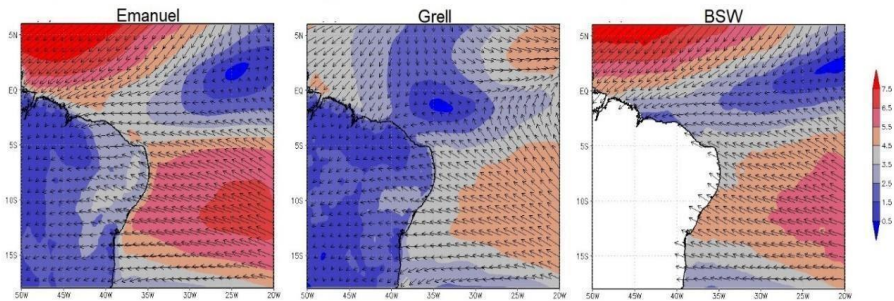
**Figura 6** – Ano 1998, onde há ocorrência de El Niño no Oceano Pacífico e gradiente no Atlântico Norte



Fonte: Elaboração dos autores

Na Figura 7, referente à ocorrência de La Niña no Oceano Pacífico e gradiente no Atlântico Sul, nota-se que em Emanuel, a intensidade da ASAS não é igual quando comparado com a Figura 2, na verdade é menor, possibilitando uma maior aproximação da ZCIT com o continente sul-americano, esta por sua vez trazendo ventos de leste para a área A1. Em Grell, é notório que a intensidade da ASAS para o ano de 2008 é menor que a Figura 2 e não há configuração da ZCIT para essa simulação, com ventos fracos para a região da ZCIT e para a área A1 há predominância de ventos de sudeste. Em BSW, nota-se que, apesar de a ASAS estar configurada, sua intensidade é bem menor quando comparada à média dos 18 outonos e com menor intensidade da ASAS, pode-se notar que o posicionamento da ZCIT é mais deslocado para o sul, implicando em uma maior atividade convectiva sobre a região Norte e Nordeste do Brasil.

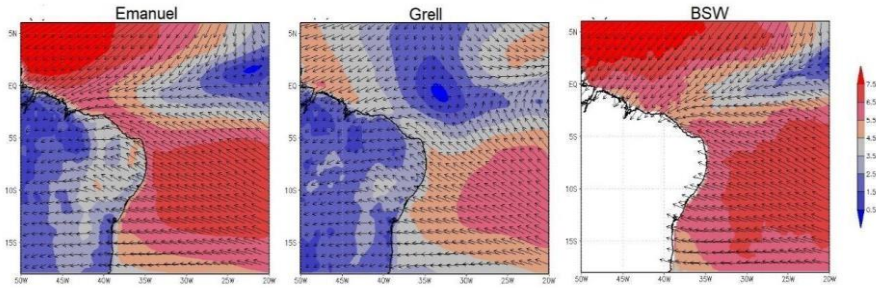
**Figura 7**— Ano 2008, onde há ocorrência de La Niña no Oceano Pacífico e Gradiente no Atlântico Sul



Fonte: Elaboração dos autores

Na Figura 8, referente a um ano neutro, onde não há ocorrência de El Niño ou La Niña no Oceano Pacífico ou gradiente no Atlântico Norte ou Sul, nota-se, na parametrização de Emanuel, que a ASAS não é tão intensa quanto na Figura 2, com isso há a aproximação da ZCIT do continente sul-americano, porém os ventos na área A1 continuam predominantemente de sudeste. Em Grell, notamos que a intensidade da ASAS é equivalente à da Figura 2, e assim como na média, no ano de 1991 também não é possível observar a configuração da ZCIT. Em BSW, nota-se que a intensidade da ASAS é menor que a da Figura 2, isso implica no deslocamento para o sul da ZCIT, trazendo maior atividade convectiva para a região Norte e Nordeste do Brasil.

**Figura 8**—Ano 1991, onde não há ocorrência de El Niño/La Niña no Oceano Pacífico e gradiente no Atlântico Norte/Sul



Fonte: Elaboração dos autores

Ao analisar as figuras alusivas aos três anos específicos e a Figura 2, podemos perceber que entre as duas simulações a de Emanuel se sobressai à de Grell, pois, muito embora a simulação de Emanuel superestime os valores de intensidade do vento quando comparado com os dados observados de satélite, é a que melhor representa os sistemas atuantes, enquanto a simulação de Grell subestima os valores de intensidade do vento, apesar de conseguir representar a ASAS, não consegue representar de forma adequada a configuração da ZCIT.

As parametrizações de convecção, em geral, não consideram de forma direta a velocidade do vento em suas formulações. Contudo, por determinarem a localização e a intensidade da atividade convectiva, elas influenciam de forma intensa o campo de divergência na coluna atmosférica. Por isso, uma representação inadequada de uma região de forte atividade convectiva tem impacto na simulação do campo de vento. Com isso, verifica-se que a parametrização de Grell, não apresentou de forma apropriada o campo de vento no Atlântico Tropical. Outros estudos indicam que essa parametrização apresenta essa característica de subestimar a atividade convectiva, tanto na região oceânica, quanto continental do Norte e Nordeste do Brasil. Por outro lado, as simulações com a parametrização de Emanuel superestimam a atividade convectiva na região e, com isso, também superestimam a intensidade do vento (SANTOS; SANTOS E SILVA et al., 2013).

## Conclusão

Verificou-se que o primeiro experimento, referente à simulação de Grell, não representa de maneira apropriada a dinâmica do escoamento de grande escala no Hemisfério Norte, por isso, não caracteriza a formação da ZCIT. Por outro lado, o experimento de Emanuel simula de forma apropriada a formação da ZCIT, embora deslocada mais para o Norte e com intensidade do vento superestimada.

Com relação às análises estatísticas, foi possível comprovar quantitativamente que o experimento utilizando a parametrização de Grell, não consegue representar os dados observados de satélite, de maneira apropriada, já que nos testes dos erros os valores foram mais altos que a parametrização de Emanuel. Muito embora a parametrização de Emanuel consiga representar os sistemas apresentados neste trabalho, estatisticamente os valores dos erros ainda foram significativamente altos, variando desde próximo de 1 até 3, sabendo que valores ideais seriam próximos a zero.

Quanto aos anos contrastantes, para o ano de 1998, referente à ocorrência de El Niño, a simulação de Emanuel conseguiu representar a ZCIT, porém como houve uma intensificação da ASAS, a posição da ZCIT foi deslocada mais para o norte, enquanto a simulação de Grell não conseguiu representar a ZCIT. Com relação ao ano com ocorrência de La Niña, 2008, na simulação de Grell pode-se notar que a ASAS não é intensa o suficiente para poder formar o padrão da ZCIT e posicioná-la de forma adequada, entretanto, na simulação com a parametrização de Emanuel, há uma intensidade da ASAS que permite a formação da ZCIT, porém próximo à costa norte do NEB. Já para o ano Neutro, 1991,

## Referências

ABEEÓLICA. **Números ABEEólica**. Disponível em: <https://bit.ly/3ugeS2u>. Acesso em: 05 fev. 2019.

AMORIM, Ana Cleide Bezerra. **Influência de sub-regiões do Atlântico Tropical na precipitação no leste do nordeste brasileiro**. 2016. 142 f. Tese (Doutorado em) - Curso de Ciências Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ANTHES, Richard A. A cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model. **Monthly Weather Review**, v. 105, n. 3, p. 270-286, 1977. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493\(1977\)1052.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493(1977)1052.0.co;2).



ARAKAWA, Akio; SCHUBERT, Wayne Howard. Interaction of a cumulus cloud ensemble with the large-scale environment, Part I. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 31, n. 3, p. 674-701, 1974. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469\(1974\)0312.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1974)0312.0.co;2).

BILGILI, Mehmet; YASAR, Abdulkadir; SIMSEK, Erdogan. Offshore wind power development in Europe and its comparison with onshore counterpart. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 2, p. 905-915, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.006>.

CASTRO, Rui M. G. **Energias renováveis e produção descentralizada**: introdução à energia eólica. 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3JgdoLG>. Acesso em: 08 nov. 2018.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (ed.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009. p. 135-148.

CHAI, Tianfeng; DRAXLER, Roland R. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature. **Geoscientific model development**, v. 7, n. 3, p. 1247-1250, 2014. <http://dx.doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>.

CHAVES, Rosane Rodrigues; CAVALCANTI, Iracema Fonseca Albuquerque. Atmospheric circulation features associated with rainfall variability over southern Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 129, n. 10, p. 2614-2626, 2001. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493\(2001\)1292.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493(2001)1292.0.co;2).

COUTINHO, Eliane de Castro; FISCH, Gilberto. Distúrbios ondulatórios de Leste (DOLs) na região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 2, p. 193-203, 2007.

DESOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, n. 3-4, p. 177-191, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-004-0081-4>.

DICKINSON, Robert E. et al. A regional climate model for the western United States. **Climatic Change**, v. 15, n. 3, p. 383-422, 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00240465>.

DOS SANTOS, Alexandre Torres Silva et al. Assessment of Wind resources in two parts of Northeast Brazil with the use of numerical models. **Meteorological Applications**, v. 23, n. 4, p. 563-573, 2016. <http://dx.doi.org/10.1002/met.1595>.

EMANUEL, Kerry A. A scheme for representing cumulus convection in large-scale models. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 48, n. 21, p. 2313-2329, 1991. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469\(1991\)0482.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1991)0482.0.co;2).

FRITSCH, J. M.; CHAPPELL, C. F. Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part II. Mesoscale model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 37, n. 8, p. 1734-1762, 1980. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469\(1980\)0372.O.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1980)0372.O.co;2).

GIORGI, Filippo. Simulation of Regional Climate Using a Limited Area Model Nested in a General Circulation Model. **Journal of Climate**, v. 3, n. 9, p. 941-963, 1990. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442\(1990\)0032.O.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(1990)0032.O.co;2).

GIORGI, Filippo et al. RegCM4: model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. **Climate Research**, v. 52, p. 7-29, 2012. <http://dx.doi.org/10.3354/cr01018>.

GRELL, Georg A. Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. **Monthly Weather Review**, v. 121, n. 3, p. 764-787, 1993. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493\(1993\)1212.O.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493(1993)1212.O.co;2).

LIMA, Danielle K. S. et al. Estimating the offshore wind resources of the State of Ceará in Brazil. **Renewable Energy**, v. 83, p. 203-221, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.04.025>.

MAITY, S. et al. Performance evaluation of land surface models and cumulus convection schemes in the simulation of Indian summer monsoon using a regional climate model. **Atmospheric Research**, v. 197, p. 21-41, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.06.023>.

MEYER, Niels I. Danish wind power development. **Energy For Sustainable Development**, v. 2, n. 1, p. 18-25, 1995. [http://dx.doi.org/10.1016/s0973-0826\(08\)60108-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0973-0826(08)60108-8).

NCHABA, Teboho; MPHULO, Moeketsi; LENNARD, Chris. Long-term austral summer wind speed trends over southern Africa. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 6, p. 2850-2862, 2016. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.4883>

NIKOLAOS, Nikolaou. **Deep water offshore wind technologies**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Strathclyde, Glasgow, 2004.

OEBELS, Kerstin B.; PACCA, Sergio. Life cycle assessment of an onshore wind farm located at the northeastern coast of Brazil. **Renewable Energy**, v. 53, p. 60-70, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.10.026>.

OLIVEIRA, Juliana Lima; COSTA, Alexandre Araújo. Estudo de variabilidade do vento em escala sazonal sobre o nordeste brasileiro utilizando o RAMS: os casos de 1973-1974 e 1982-1983. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 1, p. 95-108, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-77862011000100006>.

PEREIRA, Enio B. et al. The impacts of global climate changes on the wind power density in Brazil. **Renewable Energy**, v. 49, p. 107-110, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.053>.

REBOITA, M.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; PORFÍRIO, R.; ROCHA, D. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul o sol como fonte de energia. **Terra e Didática**, v. 8, n. 1, p. 34-50, 2012.

REBOITA, Michelle Simões; AMARO, Tatiana Rocha; DE SOUZA, Marcelo Rodrigues. Winds: intensity and power density simulated by RegCM4 over South America in present and future climate. **Climate Dynamics**, v. 51, n. 1-2, p. 187-205, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-017-3913-5>.

SALES, Domingo Cassain et al. Projeções de mudanças na precipitação e temperatura no Nordeste brasileiro utilizando a técnica de downscaling dinâmico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 435-456, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620140075>.

SANTOS, Alexandre Torres Silva dos Santos; SANTOS E SILVA, Cláudio Moisés. Seasonality, interannual variability, and linear tendency of wind speeds in the Northeast Brazil from 1986 to 2011. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1-10, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/490857>.

SANTOS E SILVA, C. M. et al. Dynamical downscaling of the precipitation in Northeast Brazil with a regional climate model during contrasting years. **Atmospheric Science Letters**, v. 15, p. 50-57, 2013. <http://dx.doi.org/10.1002/asl2.468>.

SILVA, Aline Gomes da. **Estudo sobre a precipitação simulada no outono na região tropical da América do Sul através de downscaling dinâmico e previsão por conjunto**. 2016. 125 f. Tese (Doutorado em) – Curso de Ciências Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SILVA, Allan Rodrigues et al. Complementarity of Brazil's hydro and offshore wind power. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 413-427, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.045>.

TORRES, Roger Rodrigues; FERREIRA, Nelson Jesus. Case Studies of Easterly Wave Disturbances over Northeast Brazil Using the Eta Model. **Weather And Forecasting**, v. 26, n. 2, p. 225-235, 2011. <http://dx.doi.org/10.1175/2010wafz222425>.

WILKS, Daniel S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences (International Geophysics Series; v. 91)**. Academic Press, 2006.

ZHANG, Huai-Min; BATES, John J.; REYNOLDS, Richard W. Assessment of composite global sampling: Sea surface wind speed. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 17, 2006.



# Inserção da fonte eólica no país no contexto da dinâmica do ambiente de comercialização regulado dos últimos dez anos

*Luziene Dantas de Macedo  
Ellitamara Alves de Oliveira Melo*

## Introdução

**E**STE ARTIGO é um recorte da tese intitulada *Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte*, de autoria de Luziene Dantas de Macedo. Visa, portanto, discutir os aspectos fundamentais da comercialização da energia eólica no país, buscando destacar a importância desse ambiente no processo de expansão da fonte eólica na matriz elétrica nacional.

Segundo dados da ANEEL (março/2020), a energia eólica representa na matriz energética nacional cerca de 9% de capacidade instalada em operação. Ao longo de dez anos, o país contratou 19.220,61 MW de potência nos leilões. Desse total, cerca de 90,5% estão concentrados no Nordeste, tendo a Bahia, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará e Pernambuco os maiores percentuais de contratação, demonstrando a importância dos recursos energéticos não renováveis para a região, podendo funcionar como âncoras de investimento desde que sejam reposicionados os planos de instalação dos parques às realidades específicas dos espaços que oferecem potencialidade para transformar vento em eletricidade, de modo a modificar qualitativa e quantitativamente o entorno com geração de emprego, respeitando as configurações ambientais e sociais que prevalecem nos subespaços receptores das torres eólicas.

Assim, este capítulo discorre sobre: i) o ambiente de comercialização de energia elétrica no país; ii) a contratação de fonte eólica no Ambiente de Comercialização Regulado (ACR); iii) a distribuição regional dos leilões da fonte eólica: o caso do Nordeste e Rio Grande do Norte.

## Ambiente de comercialização de energia elétrica no país

O novo modelo de setor elétrico, implementado a partir da Lei nº 10.848, de 15/03/2004, e o Decreto nº 5.163, de 30/07/2004, estabeleceram as regras de comercialização de energia elétrica.

De acordo com a referida lei, no seu Art. 1º:

A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional – SIN, dar-se-á mediante contratação regulada ou livre, nos termos desta Lei e do seu regulamento (BRASIL, 2004).

O parágrafo segundo destaca que,

submeter-se-ão a contratação regulada a compra de energia elétrica por concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de distribuição de energia elétrica, nos termos do art. 2º desta Lei, e o fornecimento de energia elétrica para o mercado regulado (BRASIL, 2004).

No parágrafo terceiro da mesma lei, fica claro que “a contratação livre dar-se-á [...], mediante operações de compra e venda de energia elétrica envolvendo os agentes concessionários e autorizados de geração, comercializadores e importadores de energia elétrica e os consumidores” (BRASIL, 2004).

Essa contratação deverá levar em consideração as seguintes diretrizes:

No Art. 2 da lei em tela, destaca-se que:

As concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN deverão garantir o atendimento à totalidade de seu mercado, mediante contratação regulada, por meio de licitação, conforme regulamento (BRASIL, 2004).

O parágrafo segundo assinala que:

A contratação regulada de que trata o caput deste artigo deverá ser formalizada por meio de contratos bilaterais denominados Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado – CCEAR, celebrados entre cada concessionária ou autorizada de geração e todas as concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de distribuição (BRASIL, 2004).

E o parágrafo 11 destaca que:

as licitações para contratação de energia elétrica de que trata este artigo serão reguladas e realizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que poderá promovê-las diretamente ou por intermédio da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) (BRASIL, 2004).

De acordo com o Art. 28 do Decreto nº 5.163, de 30/07/2004, os Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEARs) terão as seguintes modalidades: por quantidade, para fonte hídrica e por disponibilidade, em se tratando de termelétricas e eólica. No que se refere à modalidade por quantidade, os incisos I e II do Art. 28 do referido decreto destacam que: “I - o ponto de entrega será no centro de gravidade do submercado onde esteja localizado o empreendimento de geração; e II - os custos decorrentes dos riscos hidrológicos serão assumidos pelos agentes vendedores”, ao passo que:

Na modalidade por disponibilidade de energia elétrica, os custos decorrentes dos riscos hidrológicos serão assumidos pelos agentes compradores, e eventuais exposições financeiras no mercado de curto prazo da CCEE, positivas ou negativas, serão assumidas pelos agentes de distribuição, garantido o repasse ao consumidor final, conforme mecanismo a ser estabelecido pela ANEEL (BRASIL, 2004b).

Pelo Art. 19, do Decreto nº 5.163/2004, fica estabelecido que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) promoverá, direta ou indiretamente, licitação na modalidade de leilão, para contratação de energia elétrica pelos agentes de distribuição do Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme as diretrizes fixadas pelo Ministério de Minas e Energia (MME), sendo considerado que a comercialização de energia elétrica será realizada tanto em Ambiente de Contratação Livre (ACL), onde as operações de compra e venda de energia elétrica serão regidas por contratos bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos, como em Ambiente de Contratação Regulado (ACR), onde a modalidade de contratação se realiza por meio de leilões de energia.

De acordo com o Art. 54 do referido decreto, a comercialização no ambiente livre de energia elétrica pelos agentes vendedores sob controle federal, estadual e municipal poderá ser realizada das seguintes formas: “I - leilões exclusivos para consumidores finais ou por estes promovidos; II - oferta pública para atendimento à expansão da demanda de consumidores existentes” (BRASIL, 2004a).

No ACR as operações de compra e venda de energia elétrica serão realizadas entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, sendo esta proveniente tanto de empreendimentos de geração existentes, como de novos empreendimentos de geração. O Art. 19 do decreto em tela destaca que a ANEEL promoverá, direta ou indiretamente, licitação na modalidade de leilão, para a contratação de energia elétrica pelos agentes de distribuição do SIN, conforme as diretrizes fixadas pelo MME, bem como no seu parágrafo primeiro deixa claro que tais leilões serão realizados de acordo com as seguintes regras (BRASIL, 2004b; CCEE/2014): i) Leilão A e A-1 - energia de empreendimentos de geração existente, de 1 a 15 anos, contados do início do suprimento; ii) Leilão A1 e A5 - energia proveniente dos leilões de compra exclusiva de fontes alternativas, de 10 a 30 anos, contados do início do suprimento; iii) Leilão A5 e A3 - energia de novos empreendimentos de geração, de 15 a 30 anos, contados do início do suprimento; iv) Leilão A5 e A3 - energia proveniente de projetos de geração indicados pela Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), de 15 a 30 anos, contados do início do suprimento; v) Leilão de ajuste - leilões específicos para contratações de ajuste pelos agentes de distribuição do montante de energia elétrica necessário para o atendimento à totalidade de suas cargas, até dois anos.

Além dessas modalidades de leilão, foi prevista a modalidade de Leilão de Reserva, no Art. 3º da Lei nº 10.848, de março de 2004. Regulamentada pelo Decreto nº 5.177, de agosto de 2004, foi mais tarde alterada pela Lei nº 11.488, de junho de 2007, quando foi acrescido o Art. 3º-A. Em 2008, essa modalidade de leilão foi regulamentada novamente por meio do Decreto nº 6.353, de janeiro de 2008, quando se destacou que essa modalidade corresponde à contratação de energia “destinada a aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional (SIN), proveniente de usinas especialmente contratadas para este fim” (§1º, art. 1º do Decreto 6.353, de 16/01/2008).

Os leilões de Energia Nova e de Reserva assumem algumas vezes as características de leilões específicos para a contratação de energia renovável. Segundo Pereira (2012, p. 138-139), “até então, a energia eólica tinha participado apenas dos leilões de energia nova, na modalidade A-3, e dos leilões de reserva, dos quais alguns foram direcionados exclusivamente para fontes alternativas”, mas a partir de 2011 a eólica foi contratada na modalidade de leilão A-5, quando obteve uma contratação considerável em termos de potência em MW a ser instalada. Entre os anos de 2011 a 2013, a fonte eólica participou de três leilões na modalidade A-5.

A Tabela 1 mostra que, nos vinte e dois eventos realizados entre 2009 e 2019, a sobra de energia eólica – diferença entre garantia física e lotes contratados



nos leilões—correspondeu a 1.140,55 MW médios, o que significa a possibilidade de serem comercializados no Ambiente de Comercialização Livre (ACL), dadas as condições de mercado, especialmente no que tange ao preço comercializado desta no ambiente livre, otimização da receita garantida e quantidade de clientes capazes de comprar energia de novas fontes renováveis.

Assim, o ambiente de negociação livre, cujo resultado precisa estar ancorado tanto na garantia do financiamento como na qualidade do empreendimento que envolve a minimização do grau de sazonalidade dos ventos, é considerado um mercado em expansão e com tendência de no longo prazo tornar-se estabilizado, assim como as negociações de energia eólica realizadas no Ambiente de Contratação Regulado (ACR), até o ano de 2019.

## **Contratação de energia elétrica no Ambiente de Comercialização Regular (ACR)**

Além da tarifa *Feed-In*, que corresponde a uma das políticas de incentivos para a promoção da energia eólica na matriz elétrica, o Brasil passou a realizar leilões específicos para empreendimentos de energia eólica, iniciando aí a competitividade dessa fonte de energia, quando as tarifas *Feed-in* acabam dando lugar a uma competitividade determinada pelo critério de menor tarifa.

Em se tratando da energia eólica e sua inserção dentro dessa política, pode-se elencar os fatores que justificam a inserção dessa fonte no ACR:

O potencial eólico nacional, sua distribuição geográfica que se estende também pelo interior do país em áreas socialmente carentes; a possibilidade de complementação da energia produzida pela geração eólica com as hidrelétricas; a importância de o Brasil acompanhar o desenvolvimento que vem ocorrendo em nível internacional dessa tecnologia de geração (SALINO, 2011, p. 81).

Desde 2004 foram realizados 74 leilões de contratação de energia elétrica, que permitiram contratar 9.826.777.241 MWh, ou 9.826,8 TWh, de modo que o consumo de eletricidade do país (467,2 TWh, em 2017) correspondeu a cerca de 4,75% desta contratação efetuada nos leilões. Considera-se, portanto, uma parcela importante de contratação de eletricidade com vistas a abastecer o mercado brasileiro até o ano de 2053.

Nesses leilões houve a realização de Leilões de Energia Existente (LEE), com término de suprimento previsto entre 2008 e 2021; Leilões de Ajuste (LA), com

término de suprimento previsto entre 2005 e 2015; Leilões de Energia Nova (LEN), em que os prazos de suprimento estão previstos para até 2054, no caso de empreendimentos hidrelétricos, 2049 para as fontes de geração movidas a biomassa ou a gás natural e 2044, no caso das fontes eólica e solar; Leilões de Projetos Estruturantes (LE), com operação total prevista para o ano de 2044, no caso da usina Belo Monte; Leilões de Fontes Alternativas (LFA), com início de suprimento no ano de 2042 e, considerando as fontes biomassa e eólica, com prazo de duração de 20 anos, e, no caso das PCHs, de 30 anos; Leilões de Reserva (LER), com início de suprimento entre 2009 e 2050.

A Tabela 1 resume os dados dos leilões realizados entre 2004 e 2019.

**Tabela 1** – Brasil: resumo da contratação nos leilões de energia elétrica (2004 a 2019)

Evento	Número de projetos	Garantia física da usina (MWmed)	Potência da usina (MW)	Energia contratada Ano A (MWmed)	Energia negociada por contrato (MWh)	Preço de venda atualizado IPCA (dez./19) R\$/MWh.	Montante financeiro negociado por contrato atualizado IPCA (dez./19) R\$ milhões).
Leilões de Energia Existente (LEE)	-	0	0	28.778,00	1.622.791.148,00	216,44	266.459,21
Leilões de Ajuste (LA)	-	0	0	5.076,99	23.366.977,50	396,76	7.809,23
Leilões de Energia Nova (LEN)	855	38.550,65	67.064,03	30.161,20	5.757.934.167,46	191,09	1.269.833,12
Leilões de Projetos Estruturantes (LPE)	3	8.764,30	17.683,50	518,71	1.522.810.710,96	140,82	211.820,67
Leilões de Fontes Alternativas (LFA)	85	1217,6	2.699,10	997,2	176.941.420,75	244,9	42.585,32
Leilão de Energia de Reserva (LER)	415	4.833,33	12.125,93	3.981,50	722.932.816,80	244,39	171.764,96
<b>Total/média</b>	<b>1.358,00</b>	<b>53.365,88</b>	<b>99.572,56</b>	<b>69.513,60</b>	<b>9.826.777.241,47</b>	<b>239,07</b>	<b>1.970.272,51</b>

Fonte: Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

A contratação de energia no ACR configura uma forma de garantir o suprimento desse serviço para os consumidores regulados (consumidores atendidos pelas distribuidoras) por agentes públicos e privados, de modo que se tenha um mercado garantido pelo critério do menor preço, conforme estabelecido no Art. 2º da Lei nº 10.848/2004, já citada.

A modalidade de leilão de fontes alternativas já foi prevista pela referida lei. Sendo estas relacionadas às fontes eólicas, PCHs e biomassa, constata-se que, conforme destacado na citada lei, tais fontes sejam licitadas de forma a competir com outras fontes, térmicas ou hídricas, de modo a favorecer o critério da modicidade tarifária. Contudo, o Decreto nº 6.048, de 27/02/2007, modificou o tipo de contratação de eletricidade decorrente das referidas fontes renováveis, observando que, de acordo com o parágrafo 2º do seu art. 1º, para efeito de geração de energia elétrica decorrente dessas novas fontes renováveis, será considerada aquela proveniente de empreendimentos de geração novos ou existentes, tendo as mesmas uma forma de contratação específica nos leilões, chamados de Leilão de Fontes Alternativas (LFA).

A Resolução Normativa nº 247 da ANEEL, de 21/12/2006, estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica proveniente de PCHs (empreendimentos de geração que utilizam aproveitamento do potencial hidráulico de potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW), de empreendimentos com potência instalada igual ou inferior a 1.000 kW e de empreendimentos cuja fonte primária de geração seja a biomassa, energia eólica ou solar, de potência injetada no SIN menor ou igual a 30.000 kW.

### *Leilões de energia eólica*

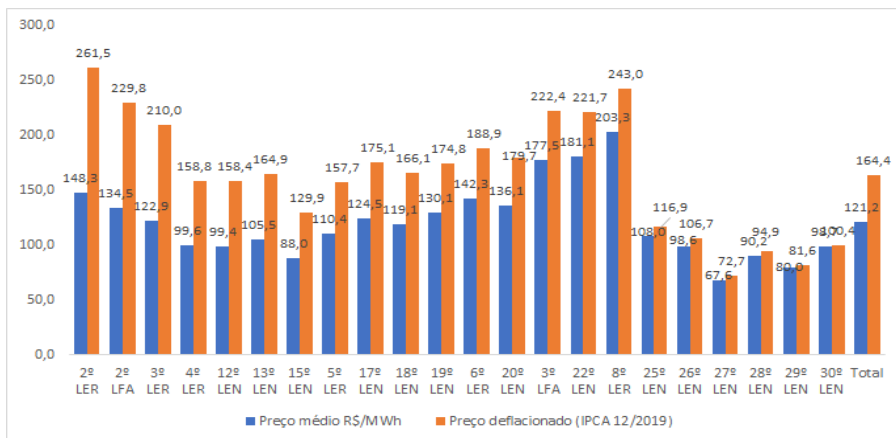
O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) foi a porta de entrada dessa fonte no mercado nacional, mas daí a transformá-la em capacidade de investimento de longo prazo teriam que ser adicionados outros elementos, destacando-se dentre eles a garantia efetiva de compra dessa energia por parte dos investidores privados a preços compatíveis com o capital investido, com o que a participação do governo é fundamental, haja vista que a contratação dessa energia se dá por disponibilidade, “estimativa difícil de ser feita, diante da sazonalidade da geração em função dos ventos, à semelhança do que acontece com as hidrelétricas” (PEREIRA, 2012, p. 140).

Nesse sentido, no ano de 2009 foi realizado um leilão exclusivo para a contratação de energia eólica (2º LER) e foram contratados 71 empreendimentos, com

potência total de 1.805,7 MW, ao preço de R\$ 261,52/MWh. Segundo o Instituto Acende Brasil, o resultado desse leilão demonstra um nível elevado de competição.

O preço médio, conforme dados apresentados na Figura 1, ficou no mesmo patamar dos preços dos últimos leilões realizados, salvo em relação ao 1º Leilão de Energia de Reserva (LER), onde se contratou apenas eletricidade proveniente da biomassa, cujo preço foi considerado muito baixo pelos empreendedores, o que explica a baixa adesão dos interessados em participar desse leilão (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2008).

**Figura 1**— Brasil: preço médio da energia eólica negociado nos leilões de 2009 a 2019



**Fonte:** Elaboração própria a partir de CCEE (jan./2020)

Entre 2009 e 2019, foram realizados 22 eventos de contratação de energia eólica no ACR, segundo dados do CCEE (fev./2020), perfazendo um total de 750 empreendimentos movimentando uma potência de 37.567,81 MW, dos quais 8.006,85 MW médio correspondem à energia produzida pela operação contínua, o equivalente a 21,31%,

No 2º LER, realizado em 2009, primeiro leilão exclusivo para a contratação de energia eólica, foram contratados 71 empreendimentos, como já apontado, com potência total de 1.805,7 MW e 73 MW médios, correspondentes a um fator de capacidade de 0,42. O resultado foi considerado positivo e foi organizado outro leilão, desta vez, exclusivo para contratação de novas fontes renováveis, em que o percentual de representatividade da energia eólica foi de 90,14% (conforme os dados apresentados na Figura 2).

Nesses dois primeiros leilões, o resultado que se obteve de contratação privilegiada da fonte eólica deveu-se também, além da política do governo federal de dar prosseguimento à ampliação do mercado para essa fonte por meio da realização dos leilões, ao ambiente favorável de baixo custo dos equipamentos eólicos, desencadeado pela crise financeira mundial de 2008/2009, quando a indústria global desses equipamentos passou por um processo de capacidade ociosa, levando essas empresas a buscarem mercado em outros países. Por isso, ao realizar o leilão exclusivo para a fonte eólica (2º LER), o Brasil encontrou um momento propício para atrair investidores capazes de investir incessantemente nessa tecnologia (PE-REIRA, 2012).

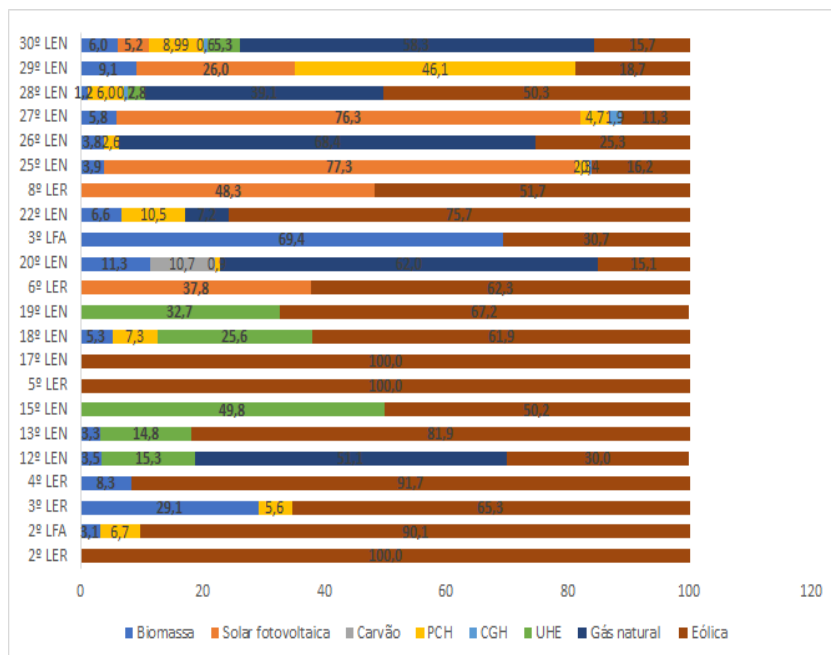
No terceiro e quarto leilão de reserva de energia, os fatores de capacidade foram de 0,48 e 0,49, respectivamente, sendo considerados significativos.

A Figura 2 apresenta a participação da fonte eólica na contratação realizada nos leilões de que participou. Constata-se, assim, que até 2011, nos eventos de Leilão de Fontes Alternativas (LFA) e nos Leilões de Energia de Reserva (LER), a energia eólica se mostrou bastante competitiva em relação às outras fontes, obtendo maiores percentuais de representatividade em termos de contratação em MWh. A partir de 2011, a energia eólica passa a ser comercializada na modalidade de Leilão de Energia Nova (LEN) A-3 e A-5. No 12º LEN, realizado em 2011, a participação do gás natural supera a representatividade da fonte eólica, de modo que se apresenta uma competição inédita entre essas duas fontes, assim como entre a eólica e outras fontes, como UHE e bagaço de cana. Contudo, a energia eólica ainda obteve uma representatividade de 30%, bem como o menor preço médio de contratação em relação às outras fontes participantes deste leilão, ou seja, 158,43 R\$/MWh (dado atualizado pelo IPCA/dez./2019).

Interessante notar que, no leilão A-3 (12º LEN), se abria mais uma vez uma perspectiva para que as termelétricas movidas a gás natural pudessem fazer parte da matriz elétrica do país. Entretanto, a partir da realização deste leilão, o gás natural não foi contratado nos certames em que a eólica participou e em nenhum outro (seja LEN, LER ou de LFA). Assim, a expectativa de que o gás natural pudesse vir a competir com a eólica em outros eventos não se realizou. Desde o ano de 2009, o gás natural participou de seis leilões (12º LEN (51,2%), 20º LEN (62%), 22º LEN (7,2%), 26º LEN (68,4%), 28º LEN (39,1%) e 30º LEN (58,3%)), obtendo, portanto, sua maior participação no 26º LEN, realizado no ano de 2017, como mostrado na Figura 2. Segundo o Instituto Acende Brasil (2011), as empresas que comercializaram o gás natural dispõem do fornecimento próprio desse combustível. No entanto, mesmo

obtendo em alguns certames um percentual relativamente alto, no tocante à representatividade em MWh, em comparação com as demais fontes de energia negociada, o preço médio dessa fonte sempre foi relativamente superior ao preço médio da energia eólica, em média cerca de 233,0 R\$/MWh.

**Figura 2**– Brasil: percentual (%) de energia eólica negociada por fonte (MWh)



Fonte: Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

A participação reduzida de contratação do gás natural nos LEN deve-se ao fato de que existe incerteza quanto à garantia do fornecimento do combustível, que faz com que o país dependa apenas do Gás Natural Liquefeito (GNL) para a expansão da geração termelétrica. Conforme os resultados dos leilões assinalam, esse combustível não tem se tornado competitivo frente às outras fontes, porque o país ainda depende da importação para expandir seu volume usado na geração de eletricidade. Com isso, as empresas não se sentem motivadas a entrar nos leilões, porque precisam garantir a disponibilidade da oferta dessa fonte, que, por sua vez, depende da capacidade de importação e das regras de mercado mundial existentes onde o combustível é abundante. Além do mais, essas empresas, para entrar nos leilões, precisam ter licenças prévias para implementar seus projetos termelétricos movidos a gás natural.

Convém assinalar que até a realização do 7º LEN, em 2008, a participação das termelétricas movidas a óleo combustível é significativa, notadamente no 4º LEN (100%), 6º LEN (75,3%) e 7º LEN (66,2%), tornando a matriz elétrica mais “suja”. Entretanto, a partir do 8º LEN, constata-se uma mitigação desse combustível fóssil em favor da maior representatividade de combustíveis renováveis nos leilões; tem-se, assim, uma maior contratação das termelétricas movidas a bagaço de cana, UHEs, PCHs e eólicas. Ou seja, os últimos leilões têm mostrado uma matriz elétrica mais limpa, pois a presença de recursos renováveis tem sido significativa, inclusive com leilões realizados para a contratação de projetos estruturantes, tais como as grandes usinas hidrelétricas de Santo Antônio, Jirau e Belo Monte, bem como se constata que a fonte eólica vem ganhando expressivo espaço nesse processo de diversificação da oferta de energia elétrica no país.

Os contratos de energia eólica se dão por disponibilidade com prazo de 20 anos, biomassa com prazo de 15 anos, enquanto os contratos das PCHs são por quantidade, no prazo de 30 anos. Em relação à contratação da energia eólica, destaca-se que, tendo os contratos a “modalidade por disponibilidade”, isso acabou gerando uma “desconfiança” no início da realização dos leilões exclusivos para essa fonte, em virtude da incerteza em relação à capacidade de vento disponível, bem como em relação à tecnologia disponível e seus custos. Contudo, os últimos eventos têm destacado que essas incertezas, apesar do comportamento sazonal dos ventos, têm diminuído em função do acesso às informações mais precisas em relação aos dados anemométricos e climatológicos das regiões potencializadas para a exploração do vento com objetivos de geração de energia elétrica. De igual forma, essa incerteza vem sendo reduzida a partir de 2009, em virtude do acesso mais fácil à tecnologia eólica disponível, quando vários fornecedores desses equipamentos já se encontravam instalados no país, sendo disponibilizada a montagem completa dos aerogeradores.

Assim, a energia eólica tem mostrado sua importância no processo de contratação, significando que vem ganhando espaço no mercado, bem como nas políticas específicas de contratação dessa fonte, pelo menos até 2019. Dos 37.567,81 MW de potência total de todas as fontes negociadas, cerca de 51,2% correspondem à contratação da fonte eólica no país, o equivalente a 19.220,61 MW, segundo os dados da CCEE, jan./2020.

Os preços correspondentes à fonte eólica de energia comercializada nos leilões apresentaram um máximo de R\$ 261,5/MWh, em 2009, e um mínimo de R\$ 72,7/MWh, no 27º (LEN A-4), realizado em 2018.

Em relação aos preços comparativos da energia eólica com outras fontes para efeito de geração de eletricidade, convém assinalar, conforme os dados da Figura 3, que o preço da fonte eólica apresenta alguns comportamentos importantes:

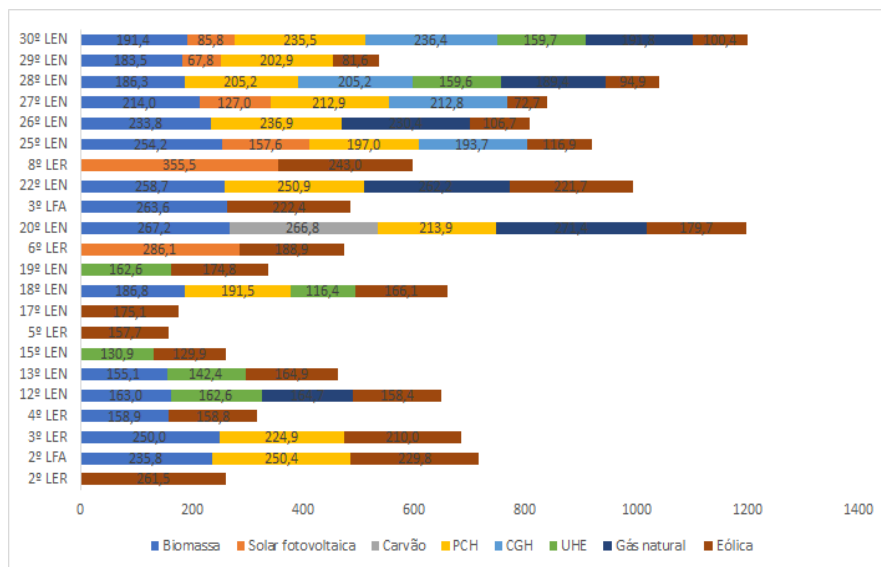
- Seu comportamento, em termos de preço, tem revelado redução ao longo dos anos. Em 2009, quando foi realizado o primeiro leilão exclusivo para a contratação da fonte eólica, fazendo com que a partir desse evento a energia eólica entrasse no processo de comercialização no ambiente regulado, o preço da energia eólica ainda se mostrou relativamente elevado (261,5 R\$/MWh, a preços de dezembro de 2019), em virtude do mercado de equipamentos eólicos contar naquele momento com apenas dois fabricantes – a alemã Enercon, chamada no Brasil de Wobben, e a argentina Impsa (PEREIRA, 2012);
- Na comercialização do Leilão de Energia Nova (12º LEN A-3/2011), os preços da fonte eólica tiveram patamar mais reduzido mesmo em relação à fonte hídrica, tradicionalmente considerada a que apresenta o preço mais baixo relativamente às outras fontes comercializadas, o que surpreendeu a todos. Certamente, esse resultado deveu-se ao fato de que foi um leilão onde se constatou uma competição entre a eólica e as demais fontes, principalmente em relação ao gás natural, de modo que a maior parte da capacidade de geração advém da energia eólica, seguida pelo gás natural, bem como porque essa tecnologia já se encontrava, nesse momento, estabelecida no país, colocando, assim, a energia eólica dentre as fontes mais competitivas em termos de preços;
- O comportamento de preço da fonte eólica nos eventos realizados em 2011 permitiu que essa fonte operasse com preços relativamente reduzidos. Contudo, segundo Melo (2013), preços mínimos para essa fonte, inferiores a R\$100 por MWh, não são capazes de remunerar adequadamente os empreendimentos nesse segmento;
- No 18º LEN, realizado em 2013, a energia eólica apresentou um comportamento de preço reduzido (em média 166,1 R\$/MWh), estando atrás apenas em relação ao novo empreendimento hidrelétrico (UHE) – 116,2 R\$/MWh. No 12º LEN, constata-se também uma competição significativa entre as fontes, porém, diferentemente desse certame, o 18º LEN foi dominado exclusivamente por fontes renováveis, inclusive com a participação de usinas hidrelétricas;



- Em 2018, o preço dessa energia comercializada no Leilão de Energia Nova, na modalidade A-4, alcançou R\$ 72,7 por MWh (a preços constantes), ou seja, obteve a remuneração mais reduzida entre todos os eventos realizados a partir de 2009;
- No 28º LEN (A-6), realizado em 2018, o preço aumentou 30,5% em relação ao leilão realizado anteriormente no mesmo ano e a eólica obteve uma representatividade de 50,3% em termos de MWh (Figuras 1 e 2);
- A energia eólica tem demonstrado um comportamento competitivo em relação às demais fontes ao longo do tempo. Considerando os preços atualizados pelo IPCA/2019, esse comportamento não se confirmou apenas no 29º LEN e 30º LEN, cujos preços da fonte eólica se apresentaram relativamente mais elevados que a energia solar fotovoltaica. Mesmo nestes, a energia eólica foi a segunda fonte mais competitiva comercializada nesses certames. No 29º e 30º leilão de energia nova, a energia solar apresentou o menor preço médio entre as fontes negociadas (eólica, biomassa, gás natural, UHE, PCH e CGH), 67,8 R\$/MWh e 85,8 R\$/MWh, respectivamente, sendo seguida pela fonte eólica – 81,6 R\$/MWh e 100,4 R\$/MWh.

Segundo Lage e Processi (2013), vários motivos mostram o quanto a eólica tem apresentado uma competitividade significativa. Destaca-se, primeiro, sua representatividade nos leilões de reserva e de fonte alternativa, bem como por conseguir competir com outras fontes nos leilões de energia nova, apresentando seu preço mais reduzido de R\$ 72,7/MWh no 27º LEN (deflacionado pelo IPCA, base 12/2019), como enfatizado anteriormente. Os referidos autores destacam ainda, dentre outros aspectos da competitividade da fonte no país, o seu ingresso no ACL, bem como o incentivo dado pelo governo na aquisição dos equipamentos no primeiro momento, zerando o Imposto de Importação e, no segundo momento, zerando o Imposto sobre Produtos Industrializados. Essa última medida visou, sobretudo, permitir que a indústria nacional pudesse ser desenvolvida no país, de forma a reduzir a importação de aerogeradores.

**Figura 3**– Brasil: comparativo do preço médio (R\$/MWh) entre a energia eólica e o preço médio negociado das outras fontes, nos leilões realizados a partir de 2009 (deflacionados pelo IPCA, dez./2019)



Fonte: Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

Apesar de todos os esforços, o setor eólico nacional ainda enfrenta obstáculos e desafios, que precisarão ser mitigados ao longo do tempo, com vistas a obter a sustentabilidade da inserção da fonte na matriz elétrica do país, bem como porque o enfrentamento dessas questões permitirá o desenvolvimento da indústria eólica ao longo do tempo, com vistas ao processo de desenvolvimento das usinas eólicas e do encadeamento produtivo capaz de gerar emprego e renda nos espaços receptores dos investimentos.

## Distribuição regional dos leilões de energia

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, a região Nordeste participou de 22 eventos para a contratação de energia eólica no ambiente regulado entre 2009 e 2019 e obteve 665 empreendimentos, o equivalente a uma potência total de 17.314,51 MW, representando, assim, 90,5% de toda a capacidade eólica contratada no país.

**Tabela 2** – Nordeste e Sul: expansão da potência instalada e garantia física nos leilões realizados (2009 a 2019)

País/regiões	Potência MW	Energia contratada Ano A (MW médio)	Nº de projetos	% NE no total da Potência do BR em MW	% NE no total contratado no BR em MW med	% NE no número de projetos contratados no BR
Brasil (BR)	19.125,4	8.006,9	740	90,5	91,2	89,9
Nordeste (NE)	17.314,5	7.300,6	665			
Sul (S)	1.830,9	706,3	86			
Rio Grande do Norte (RN)	5.146,8	2.159,0	198			

Fonte: Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

Dos 740 projetos de energia eólica contratados, o Nordeste obteve cerca de 91% do número de projetos comercializados, tendo o RN contratado cerca de 30% do total do número de projetos. Já a região Sul concentrou 11,6% de contratação em termos de número de projetos, 8,8% no tocante à contratação de energia em MW med e 9,6% de potência em MW. Este resultado revela para o Nordeste que a localização desses projetos, estando associada à capacidade de vento existente na região, constitui mais uma evidência de que a atividade eólica pode não apenas contribuir para a diversificação da matriz elétrica nacional, mas, sobretudo, traz elementos potencializadores de desenvolvimento regional, determinados pela cadeia eólica que a produção de eletricidade por esse tipo de fonte engendra.

#### *Leilão Regional de Energia: o caso da contratação da fonte eólica no Nordeste e Rio Grande do Norte*

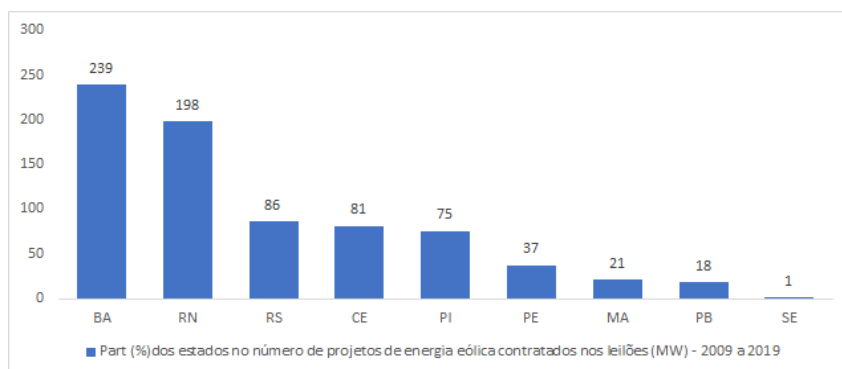
Foi mostrado neste trabalho que os leilões de energia têm revelado significativa oportunidade para a inserção dessa fonte na matriz elétrica do país, bem como constitui um mecanismo de contratação que, diferentemente do mecanismo de tarifa *Feed-in*, possibilita um grau de competitividade determinado pelo critério da menor tarifa.

Do ponto de vista regional, constatou-se a importância da região Nordeste para a geração de energia eólica em termos de número de projetos contratados por meio dos leilões realizados no país desde 2009, o que revela a capacidade da região de atrair esse tipo de investimento, determinado pela potencialidade de vento para efeito de geração de eletricidade, sendo este, portanto, o primeiro aspecto relevante capaz de atrair investidores para a região.

O segundo aspecto importante diz respeito à infraestrutura para receber os projetos eólicos contratados nos leilões; ou seja, quanto mais o país investir em linhas de transmissão, a tendência é que os leilões se tornem mais competitivos. O terceiro aspecto diz respeito à incorporação de mais de 2 GW de capacidade eólica contratada nos leilões, considerado uma potência capaz de alimentar a cadeia produtiva em curso na região Nordeste.

A realização dos leilões em que a energia eólica participou revela que existe uma concentração significativa de empreendimentos eólicos no país e sua maioria está localizada na região Nordeste, basicamente nos Estados do RN, BA, CE e PI.

**Figura 4** – Participação dos estados no número de projetos eólicos contratados nos leilões – 2009 a 2019



**Fonte:** Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

Nesse contexto, a distribuição regional dos projetos vencedores é um aspecto importante desse ambiente de contratação porque, a partir do momento em que os projetos/empresas/consórcios habilitados a participar dos leilões são os vencedores do evento, a localização regional/estadual dos projetos e o planejamento do investimento e financiamento à consecução dos mesmos demandam iniciativas que visam à redução dos riscos do investimento, notadamente em relação ao escoamento dessa energia gerada. Foi com base nisso que, em 2013, foi exigido, por meio da Portaria MME nº 132, de 25/04/2013, Art. 5º e § 2º, que o resultado final dos projetos vencedores do 5º Leilão de Reserva, realizado em 23/08/2013, deve considerar “a capacidade de escoamento de energia elétrica nas transformações e nas linhas de transmissão da Rede Básica e de fronteira”.

Logo, esses leilões trazem em sua essência uma característica importante desse processo que é transformar o evento em uma política regional de energia eólica e o vento em capacidade industrial do segmento, com possibilidade de adensar a cadeia produtiva nos espaços onde estão sendo montados os parques eólicos.

De acordo com a Tabela 3, o Rio Grande do Norte obteve uma contratação de 5.146,8 MW de potência, o que equivale a 29,7% de participação do RN no total de projetos contratados no Nordeste e 26,9% no total de projetos contratados no Brasil, estando no segundo lugar no ranking dos estados beneficiados. O primeiro no ranking dos Estados do NE beneficiados com a contratação de energia eólica é a Bahia, com 5.983,3 MW; em terceiro lugar destaca-se o Piauí, com 2.156 MW, sendo seguido pelo Ceará, com 1.937,5 MW. No período de 2009 a 2019, o Rio Grande do Norte obteve 198 projetos contratados, ou 29,8% do número total de projetos comercializados no Nordeste.

**Tabela 3** – Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte: expansão da potência instalada e garantia física nos leilões realizados (2009 a 2019)

País/regiões	Potência MW	Energia contratada (MW médio)	Nº de projetos	% RN no BR (MW)	% RN no NE (MW)	% RN no BR (MWmed)	% RN no NE (MWmed)	% RN no BR (Nº de projetos)	% RN no NE (Nº de projetos)
Brasil (BR)	19.125,4	8.006,9	740,0	26,9	29,7	27,0	29,6	26,8	29,8
Nordeste (NE)	17.314,5	7.300,6	665,0						
Sul (S)	1.830,9	706,3	86,0						
Rio Grande do Norte (RN)	5.146,8	2.159,0	198,0						

**Fonte:** Elaboração própria a partir de CCEE (fev./2020)

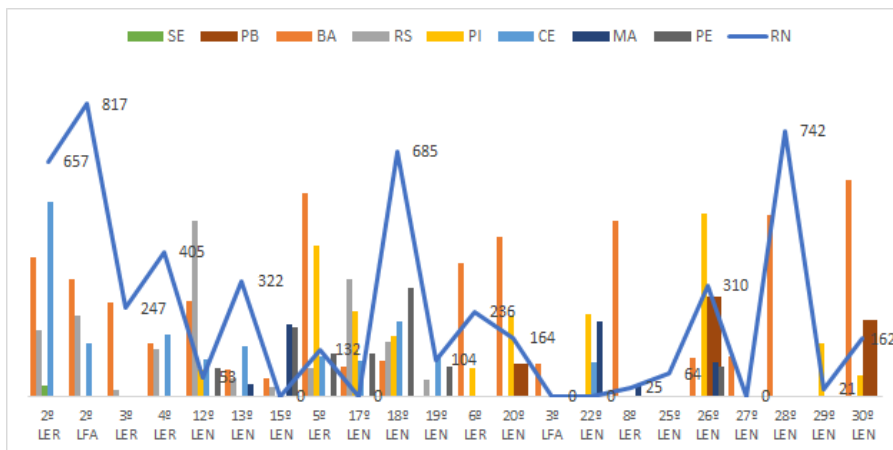
O Rio Grande do Norte foi o Estado que mais obteve contratação de projetos no 2º LFA, realizado em 26/08/2010. Dos 41 projetos contemplados para a região Nordeste, esse Estado obteve 30 projetos, ou 73,2% do número total de projetos contratados; no 4º LER, realizado em 18 de agosto de 2011, obteve 15 projetos dos 29 contratados na região NE, ou 51,7%; no 28º LEN, realizado em 31/08/2018, obteve 27 projetos dos 48 empreendimentos direcionados para a região Nordeste, representando 56,3%.

A Figura 5 mostra como o Rio Grande do Norte se destacou nos primeiros eventos realizados a partir de 2009, mas que a partir do 12º LEN (A-5), realizado em

01/03/2014, passa a perder espaço para outros Estados da região com melhor infraestrutura para escoar a geração de energia eólica, é o caso do Ceará, Bahia, Maranhão e Piauí. Os destaques na região podem ser visualizados na referida figura, a qual permite constatar que o Rio Grande do Norte obteve participação em termos de MW médios contratados em 17 eventos; Bahia, 18 eventos; Ceará, 10 eventos; Pernambuco, 7 eventos; Piauí, 10 eventos; Maranhão, 5 eventos; e Sergipe, 1 evento.

A perda de competitividade do Rio Grande do Norte para outros Estados da região é uma informação importante, porque a falta de investimento em subestações e linhas de transmissão tem impactado o RN, deslocando sua posição de líder na contratação de projetos eólicos nos leilões.

**Figura 5**— Participação (%) dos estados nos leilões em energia eólica (em MW), de 2009 a 2019



Fonte: Elaboração própria, a partir de CCEE (jan./2020)

Adicionalmente, outros estados (PI, MA, PE e PB) têm despontando com potencialidade também significativa para a produção de energia eólica, fator que explica a entrada desses estados na concorrência com o RN no tocante aos leilões realizados. Trata-se de um sinal de acirramento da competição que deve ser levado em consideração para que o RN possa voltar a obter representatividade mais significativa nos próximos leilões.

Nesse contexto, destaca-se que, tendo em vista a exigência de que os projetos participantes dos leilões precisam ter linhas de transmissão, pode-se inferir que esses Estados que ganharam representatividade nos leilões realizados a partir

de 2013, em termos de MW, são os que oferecem melhores condições infraestruturais de escoamento da energia gerada e, portanto, maior probabilidade de investimentos a serem realizados nesse segmento naqueles espaços.

Tais são investimentos importantes no sentido de potencializar o desempenho do SIN. A transmissão e a capacidade para escoar a produção de energia elétrica, provenientes das fontes existentes, requerem um planejamento diário, realizado pelo ONS, para verificar a operação e a segurança no abastecimento. Portanto, constitui importante elemento quando se pretende ampliar a geração de energia elétrica proveniente de alguma fonte em função da pressão sobre a carga de energia.

Certamente os gargalos encontrados nesse quesito pelos empreendedores representam um termômetro decisivo para medir o grau de capacidade que uma região ou Estado oferece para receber os investimentos de geração em energia eólica contratados por meio da realização dos leilões.

No 19º Leilão, realizado em 06/06/2014, o Estado de Pernambuco conseguiu alcançar uma maior representatividade (54,8%), sendo seguido pelos Estados de Ceará (21,23%) e Rio Grande do Norte (15,24%). Ou seja, até essa data os resultados dos leilões revelam, para este último Estado, um sinal de alerta de que as restrições regionais, relacionadas à falta de infraestrutura suficiente para escoar a produção de energia eólica, estão ocasionando uma penalização no sentido de que a localização dos projetos em regiões distantes está se transformando em fator crucial, que explica a perda de competitividade regional na disputa por esses projetos nos leilões. Ou seja, a questão da localização regional dos projetos está diretamente relacionada à falta de infraestrutura suficiente para escoar essa energia gerada. Outro fator importante, como já citado, diz respeito ao aparecimento de outros Estados com potencialidade capaz de também transformar o vento em eletricidade.

Entretanto, a ideia é que não basta ter vento passível de ser transformado em geração de eletricidade. Faz-se necessário uma ação proativa do Estado para conduzir esses investimentos no sentido de que possam trazer alguns benefícios socioeconômicos nos espaços receptores das torres eólicas.

A tendência é que o Rio Grande do Norte não perca essas oportunidades de investimento. Mas, precisará competir com outros estados do Nordeste brasileiro pela entrada dos investidores em energia eólica. Ainda segundo os dados da Figura 5, observa-se que o RN no 26º LEN, realizado em 2017, começa a recuperar um pouco os investimentos, contratando 310,2 MW de potência, e no 28º LEN, realizado em 2018, consegue obter 742,3 MW de potência.

Entretanto, em 2019, o RN enfrentou um momento ruim na contratação de energia eólica no país, perdendo espaço para os estados da Bahia e da Paraíba, e assim encerramos dez anos de eólica no país com um resultado tão pífio para o segmento no estado. Para o Brasil, o 30º LEN, realizado em 2019, foi considerado positivo, pois foram contratados 44 projetos de energia eólica, 11 de solar fotovoltaica, entre fontes como a hídrica, UTEs a biomassa e gás natural, com previsão de início das operações para 2025.

## **Considerações finais**

O artigo demonstrou o quanto a fonte eólica foi sendo beneficiada nos leilões realizados, pois, dos 38 GW de potência contratados nos leilões, 19 GW correspondem apenas à energia eólica. Só no ano de 2013, o país contratou cerca de 4,7 GW de energia eólica. Isso é particularmente importante, porque é necessária a incorporação de pelo menos 2 GW de capacidade dessa fonte no país para dar substância à cadeia produtiva em curso. Assim, em 2013, o país conseguiu 50 vezes mais potência contratada, o que revela um investimento significativamente vantajoso para os players que negociam a aquisição dos equipamentos eólicos.

Contudo, não se manteve no contexto do processo de contratação acima de 2 GW nos anos seguintes, perdendo espaço para os outros estados do Nordeste com melhor infraestrutura de transmissão e de financiamento dos investimentos.

Não se pode perder de vista a importância que os recursos energéticos não renováveis possuem no sentido de permitir uma matriz elétrica mais diversificada. A energia eólica apresenta por natureza a capacidade de complementar outras fontes existentes para efeito de geração de eletricidade. Além do mais, possui a capacidade de promover o encadeamento produtivo e tecnológico, o que implica o desenvolvimento continuado de equipamentos mais potentes e fator de capacidade de produção de eletricidade entre 25% e 40%, ou mais, se a região oferecer uma capacidade de vento relativamente elevada.

Mas, sozinha, a energia eólica é apenas um sonho no horizonte. Faz-se necessário que os investimentos para a sua expansão sejam induzidos e que a sua capacidade de continuidade esteja atrelada a uma política para o setor elétrico como um todo, de tal forma que nos espaços potencializadores de geração de eletricidade por esse tipo de fonte, os investimentos setoriais possam ser conduzidos em favor da criação e distribuição de oportunidades sustentadas de renda e emprego para a população diretamente impactada pela capacidade energética existente.



Da forma como a eólica está se apresentando nos espaços, até parece um amontoado de torres gerando energia para o sistema elétrico nacional, sem a devida transformação social e econômica dos espaços receptores desses investimentos. Não é o que se espera dos investimentos em novas fontes renováveis de geração de eletricidade, quando se configuram nos espaços áreas receptoras de capital proveniente da potencialidade dos ventos geradores de energia elétrica, implicando, portanto, em concentração de renda e pouca (ou nenhuma) transformação socioambiental e econômica ligada às melhores condições de vida e aos cuidados com a fauna e a flora, entre outros.

O Brasil tem condições de assumir a dianteira desses investimentos no mundo, de forma sustentável e duradoura. Entretanto, não basta ter vento e sol, é preciso ter política para o setor elétrico, infraestrutura de transmissão, de logística, incentivos financeiros. Só assim o país será capaz de se tornar competitivo no médio e longo prazo e ao mesmo tempo transformar a criação de oportunidades que o setor engendra em benefícios sociais, ambientais e econômicos nos espaços onde estiverem sendo realizados esses investimentos.

## Referências

ACÊNCIA AMBIENTE ENERGIA. **Eólica**: fórmula para mercado livre. Disponível em: <https://bit.ly/3G6U1TV>. Acesso em: 18 maio 2014.

ANEEL. **Banco de Informações de Geração (BIG)**. Capacidade de geração no Brasil. <https://bit.ly/3r7Tk6v>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 247**, de 21 de dezembro de 2006. Publicado no DOU de 26/12/2006, seção I, p. 271, v. 143, n. 246. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2006247.pdf>. Acesso em: 05 maio 2014.

BRASIL. **Lei nº 10.438**, de 26 de abril de 2002. Publicada no DOU de 29/04/2002 (Edição extra). Disponível em: <http://www.sindenergia.com.br>. Acesso em: 13 mar. 2014.

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia. Leilões de Energia. **Resultado Consolidado de Leilões. Janeiro de 2020**. Disponível em: <https://bit.ly/3x1yCJb>. Acesso em: fev. 2020.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia. Leilões de Energia**. Disponível em: <https://bit.ly/3r7imCz>. Acesso em: fev. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 5.163**, de 30 de julho de 2004. Publicado no DOU de 30/07/2004 – Edição Extra. Retificado no DOU de 04/08/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 5.177**, de 12 de agosto de 2004. Publicado no DOU de 16/08/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 6.048**, de 27 de fevereiro de 2007. Publicado no DOU, de 28/02/2007. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6048.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6048.htm#art1). Acesso em: 05 maio 2014.

BRASIL. **Decreto nº 6.353**, de 16 de janeiro de 2008. Publicado no DOU de 17/01/2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm). Acesso em 02 jun. 2014.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Análise Pós Leilão**: 1º Leilão de Fontes Alternativas. 18/06/2007. Disponível em: <http://www.acendebrasil.com.br/>. Acesso em: 04 jun. 2014.

LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. Panorama do setor de energia eólica. In: **Revista do BNDES**, 39, p. 183-206, jun. 2013.

BRASIL. **Lei nº 10.848**, de 15/03/2004. Publicada no DOU de 16/03/2004 (Edição extra). Disponível em: <http://www.sindenergia.com.br>. Acesso em: 13 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.488**, de 15 de junho de 2007. Publicada no DOU 15/06/2007 – Edição extra. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm). Acesso em: 02 jun. 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.783**, de 11 de janeiro de 2013. Publicada no DOU 14/11/2013. Disponível em: <https://bit.ly/3r6Vdjy>. Acesso em: 24 jun. 2014.

BRASIL. **Leilões de fontes alternativas**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 10 maio 2014.

BRASIL. **Medida Provisória nº 579**, de 11 de setembro de 2012. Publicado no DOU de 12/09/2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2014.

BRASIL. **Portaria nº 318**, de 01 de agosto de 2012. Publicada no DOU de 14/08/2012. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/portaria/2013/Portaria\\_n\\_310-2013.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/portaria/2013/Portaria_n_310-2013.pdf). Acesso em: 11 jul. 2014.

MACEDO, L. D. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado em) – Campinas, SP. 2015.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, 2013.

MME. **Portaria nº 132**, de 25 de abril de 2013. Publicada no DOU de 26/04/2013. Disponível em: <https://bit.ly/3JjCeZk>. Acesso em: 11 jul. 2014.

BRASIL. **Portaria nº 222**, de 05 de julho de 2016. Publicada no DOU de 06/07/2016. Disponível em: [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/23170751/doi-2016-07-06-portaria-n-222-de-5-de-julho-de-2016-23170734](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/23170751/doi-2016-07-06-portaria-n-222-de-5-de-julho-de-2016-23170734). Acesso em: 11 jul. 2014.

PELEGRINI, M. A. **Curso Única**: introdução ao modelo de comercialização de energia brasileiro. 15 de março de 2012. Disponível em: [www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=40519885](http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=40519885). Acesso em: 19 maio 2014.

PEREIRA, O. S. Energia eólica: segunda fonte de energia elétrica no Brasil. In: VEIGA, José Eli da (coord.). **Energia eólica**. São Paulo: Senac, 2012.

SALINO, P. J. **Energia eólica no Brasil**: uma comparação do Proinfa e dos novos leilões. Rio de Janeiro: UFRJ, fevereiro de 2011 (Projeto de Graduação).



# Microrregiões eólicas do Rio Grande do Norte

*Rebeca Marota da Silva*

## Introdução

**N**O PRESENTE TRABALHO, buscou-se identificar como ocorre a integração das microrregiões eólicas com a economia global. Para isso, considera-se que a dinâmica da Economia das Eólicas vai além dos territórios onde estão localizados os parques. Existe uma integração entre o local e o global. Apesar do dinamismo local, as microrregiões dos parques eólicos interagem com municípios mais pujantes economicamente e com maior oferta de bens e serviços. Por exemplo, Natal (capital do Rio Grande do Norte) e Mossoró (segunda cidade mais importante do estado), representam para as microrregiões eólicas polos dinâmicos que oferecem uma melhor rede de infraestrutura e serviços que as regiões onde os parques se encontram.

Dividiu-se este capítulo em quatro seções, além desta breve introdução. Na primeira, buscou-se situar em que contexto de formação econômica as eólicas se inserem no território potiguar. Na segunda seção, apresentou-se a caracterização das microrregiões que possuem atividades eólicas no Rio Grande do Norte. Na sequência, analisou-se como a economia das eólicas manifestou-se nos conservadores territórios potiguares. Por fim, as considerações sobre as discussões elucidadas.

## A formação econômica potiguar e o contexto da energia eólica

Para compreender a distribuição dos parques eólicos no território potiguar, apresenta-se no Mapa 1 os municípios que possuem empreendimentos eólicos em operação, em construção e/ou construção não iniciada. Consideram-se os municípios nessas condições como integrantes das microrregiões eólicas potiguares. Para a definição das microrregiões eólicas potiguares, utilizou-se a mesma metodologia do IBGE (1990) para a divisão das microrregiões do país, empregando os indicadores básicos de estrutura de produção e interação espacial.

Mapa1—Microrregiões Eólicas Potigüares (2017)



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Elaboração: Rebeca Marota. Organização e desenho: Cadriuel de Melo.

Microrregiões e municípios presentes no mapa:

Mossoró-Macau: 1 - Tibau; 2 - Areia Branca; 3 - Serra do Mel; 4 - Macau; 5 - Guamaré; 6 - Galinhos.

Baixa Verde: 7 - São Bento do Norte; 8 - Pedra Grande; 9 - Parazinho; 10 - Jandaíra; 11 - João Câmara; 12 - Jardim de Angicos.

Litoral Nordeste: 13 - São Miguel do Gostoso; 14 - Touros; 15 - Rio do Fogo; 16 - Maxaranguape; 17 - Ceará-Mirim.

Serra de Santana: 18 - Santana dos Matos; 19 - Bodó; 20 - Cerro Corá; 21 - Lagoa Nova; 22 - Tenente Laurentino Cruz.

Fonte: Elaboração dos autores

Todavia, nesta análise, a definição de microrregiões eólicas tem como objetivo compreender de que forma essas áreas que receberam investimentos de forma direta para a construção de parques eólicos tiveram suas dinâmicas econômicas alteradas.

Historicamente, na microrregião Mossoró-Macau, a agricultura, a pecuária (carne fresca, carne seca, couro, tração), a pesca e o sal sempre foram as principais atividades econômicas. Durante os séculos XVII e XVIII, essas atividades possuíram aspecto mercantil e preponderantemente de subsistência.

Segundo Cascudo (1955), desde o século XVII foi identificado o potencial salineiro da microrregião. Durante o século XVIII, a indústria de extração de sal funcionava de forma rudimentar e complementar à produção de carne de sol, o que ampliou o setor pecuário. Entretanto, essa indústria nascente ficou abandonada por quase um século, por fazer concorrência com a Fazenda Real. Somente a partir de 1889, com o Regime Republicano, foram retomados os investimentos para a extração de sal, que estimulou também o povoamento da área.

No Ciclo do Gado (meados do século XVIII ao início do século XX), as regiões do interior do estado passaram a se integrar. A microrregião Mossoró-Macau teve relevância nesse processo. Diversas rotas passavam ou partiam do município de Mossoró, intensificando sua importância como centro mercantil. Além do porto de Areia Branca, que era ponto de escoamento de boa parte da produção do interior, permitindo constantes transações comerciais com regiões vizinhas (CLEMENTINO, 1990).

Essas atividades econômicas seguem sem diversificações até o século XX. Em meados da década de 1970, inicia-se na região uma nova e moderna atividade, a exploração petrolífera. Essa nova matriz produtiva exige uma nova infraestrutura e modifica as relações de bens e serviços.

Após pesquisas realizadas na década de 1970, a Bacia Potiguar, no Rio Grande do Norte, passa a ser a segunda maior bacia petrolífera do país. Com a intensificação da produção na década de 1980, a presença da indústria petrolífera – representada, principalmente, pela PETROBRAS –, impulsiona a dinâmica econômica do estado. A chegada da PETROBRAS no Rio Grande do Norte ativa a economia por diversos vieses. O primeiro trata dos investimentos para a instalação da indústria extrativa. Esse investimento vai desde obras de infraestrutura de rodovias e construção civil até a compra de máquinas e equipamentos para a extração de petróleo. O segundo refere-se à quantidade de empregos e demais postos de ocupação que a empresa é capaz de gerar. Neste item contam tanto os empregos diretos, terceirizados, quanto a contratação de prestação de serviços. Por fim, o terceiro injetor na economia é o pagamento de royalties aos municípios produtores de petróleo, adjacentes às que produzem petróleo e por onde passam oleodutos, gasodutos, maquinários etc.; ao Governo do Estado e a proprietários de terras onde existem atividades produtivas da empresa (RODRIGUES NETO, 2008).

A indústria petrolífera potiguar, em que pese a sua importância transformadora no Rio Grande do Norte, modificando o estágio de atraso em que se encontrava a economia potiguar, não foi a solução para que a economia regional criasse um parque industrial completo. Segundo Araujo (2010), o potencial energético, derivado da exploração do petróleo e gás natural, energia eólica, energia solar e biocombustível, poderia ser utilizado como forma de incentivar a instalação de vários gêneros de indústrias no Rio Grande do Norte. Porém, esse fator de produção industrial não pareceu ser suficiente para tornar a indústria potiguar competitiva.

Nos anos 2000, iniciam-se os estudos e pesquisas para implantação de uma nova matriz energética no Rio Grande do Norte. A exemplo do que ocorreu no Brasil, a indústria eólica potiguar age de forma preponderante no eixo de produção

energética, ou seja, objetiva apenas atender ao mercado de geração de energia. No que tange às máquinas e equipamentos necessários para a geração, no Rio Grande do Norte estão relacionadas à montagem de equipamentos ou à confecção de menos intensivos em capital, como a construção de torres eólicas.

Assim como a indústria petrolífera, a Economia das Eólicas ativou a economia potiguar por meio da construção dos parques eólicos. Para uma dinâmica socioeconômica duradoura e significativa para o estado, a Economia das Eólicas deveria desenvolver a cadeia produtiva completa e/ou criar mecanismos de atração de empreendimentos que viriam a se beneficiar da energia gerada no estado.

## **Caracterização das microrregiões eólicas potiguares**

Como apresentado no Mapa 1, os empreendimentos eólicos estão instalados em 22 municípios, formando 4 microrregiões eólicas potiguares:

- Mossoró-Macau: composta pelos municípios de Areia Branca, Galinhos, Guamaré, Macau, Serra do Mel e Tibau. Definiu-se, neste trabalho, o nome “Mossoró-Macau” para a microrregião pela importância de Mossoró, que, apesar de não possuir parques eólicos, é o centro dinâmico dessa microrregião. Segundo maior município do estado (produtivo e populacional), possui uma grande infraestrutura de comércio e serviços que atende a toda a microrregião.
- Baixa-verde: composta pelos municípios de São Bento do Norte, Jandaíra, Jardim de Angicos, João Câmara, Parazinho e Pedra Grande, é caracterizada pela pesca, produção de mel de abelha e agropecuária. O município mais importante da microrregião é João Câmara, com maior centro comercial e maior população. Na formação do território, no início do século XX, a construção da Estrada de Ferro Central do Rio Grande do Norte favoreceu o desenvolvimento e a integração dos municípios com o restante do estado. A microrregião possuía produção algodoeira e criação de gado bovino, mas a chegada da estrada de ferro possibilitou à indústria se desenvolver, aumentou as áreas produtivas culturas agrícolas e de pecuária, além da criação de centros comerciais.
- Litoral Nordeste: o Litoral Nordeste é composto pelos municípios de Ceará-Mirim, Maxaranguape, Rio do Fogo, São Miguel do Gostoso e Touros. A sua formação está associada à produção agrícola



de extensão canavieira e pequenas produções agrícolas e pesqueiras de subsistência. Por sua relação com a plantação de cana-de-açúcar do período colonial, é a microrregião de formação mais antiga e com maior população.

- Serra de Santana: os municípios de Bodó, Cerro Corá, Lagoa Nova, Santana do Mato e Tenente Laurentino Cruz formam a Microrregião Eólica Serra de Santana. Serra de Santana possui dois momentos históricos em sua formação econômica. O primeiro é a histórica cotonicultura e pecuária, que por sua proximidade com o Seridó do estado, essas atividades se fizeram presentes também em Serra de Santana. O segundo momento é a exploração de minérios, que foi a atividade mais importante para a formação populacional da microrregião, por atrair pessoas de várias partes do estado.

Como a Economia das Eólicas é uma atividade recente no Rio Grande do Norte, observou-se, neste trabalho, como o período de construção dos parques eólicos acionou a socioeconomia das microrregiões do estado. É importante atentar para a data de início de operação dos parques eólicos, pois o período de construção dos empreendimentos acionou as economias e dinâmicas urbanas locais com as diversas atividades demandadas pela Economia das Eólicas.

Na Tabela 1, visualiza-se 120 parques eólicos em operação no Rio Grande do Norte. Em que pese a maioria deles já iniciaram a operação, há a expectativa de que o início das atividades em regiões com baixo dinamismo econômico, gere de circulação produtiva durante os anos de construção dos parques.

**Tabela 1** – Microrregiões eólicas potiguares: empreendimentos de geração eólica: em operação, em construção e em construção não iniciada

	Operação			Em construção		Construção não iniciada	
	Primeiro Parque entrar em Operação	Parques	Potência Outorgada (kw)	Parques	Potência Outorgada (kw)	Parques	Potência Outorgada (kw)
Mossoró-Macau	30/12/2010	25	823.890			6	163.800
Baixa Verde	04/05/2012	64	1.658.160	10	260700	20	513.400

Litoral Nordeste	15/07/2006	16	429.700	6	156300	10	203.300
Serra de Santana	30/01/2016	15	398.000	0	0	2	40.000
Rio Grande do Norte		120	3.309.750	16	417.000	38	920.500

Fonte: ANEEL (2017). Elaboração da autora

Sabendo que o tempo médio de construção dos parques eólicos é de três a cinco anos, analisou-se o comportamento populacional das regiões, a evolução do emprego e o número de estabelecimentos produtivos por setor econômico com o objetivo de verificar as principais variações no período de 2002 (ano anterior à construção dos parques) a 2015.

Dentre as microrregiões, destaca-se Baixa Verde, com o maior número de parques eólicos em operação. Ressalta-se que os municípios dessa região (em especial João Câmara e Parazinho) já possuíam atividades do setor terciário que possibilitou à Economia das Eólicas, tanto que a microrregião Baixa Verde é a maior do estado em produção de energia eólica. O potencial eólico e a estrutura já existente favoreceram a concentração de parques instalados.

Na Tabela 2, sobre a população urbana e rural das microrregiões eólicas potigüares, são utilizadas as informações dos Censos Demográficos 2000 e 2010 e Contagem da População 2007. O ano 2000 representa um período que antecede a chegada das eólicas na microrregião, o ano 2007 apresenta dados do período de início de construção dos parques e no ano 2010 alguns parques já entram em operação – embora ainda haja um número significativo de empreendimentos em construção.

**Tabela 2** – População urbana e rural das microrregiões eólicas potigüares – 2000, 2007 e 2010

	2000			2007			2010		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Mossoró-Macau	51.964	17.616	69.580	51.158	27.224	78.382	53.461	29.345	82.806
Baixa Verde	29.569	20.193	49.762	30.460	21.165	51.625	32.380	20.596	52.976
Litoral Nordeste	47.972	67.129	115.101	51.767	70.651	122.418	55.184	73.216	128.400
Serra de Santana	20.129	25.942	46.071	20.421	25.610	46.031	20.983	25.556	46.539
Rio Grande do Norte	2.036.673	740.109	2.776.782	2.319.217	694.523	3.013.740	2.464.991	703.036	3.168.027

Fonte: IBGE. Elaborado pela autora

Na microrregião Mossoró-Macau, embora mais de 64% da população seja urbana, no triênio em análise a população rural passou de 17.616 em 2000 para 27.224 em 2010, um crescimento de 55%. O aumento da população rural na microrregião Mossoró-Macau pode ter ocorrido devido às novas atividades produtivas (eólicas), servindo como fator mantenedor e atrator de populações. De acordo com o trabalho de Macedo (2014), as atividades eólicas se conciliam com as atividades do campo. O arrendamento das terras para a produção de energia eólica possibilitou a fixação do homem no campo, que com a renda extra recebida pode manter as atividades rurais e realizar melhorias em suas condições de vida como, por exemplo, a reforma das moradias, compra de móveis e utensílios eletroeletrônicos domésticos, investimento nos estudos e em saúde.

Sobre o perfil populacional da microrregião Baixa Verde, apesar de a população urbana crescer mais que a rural, ainda existe uma grande proporção de população rural. Ou seja, 38,9% da população de Baixa Verde é rural. Os municípios de população mais urbanizada, João Câmara (70,3% em 2010) e Parazinho (64,7% em 2010), são os que historicamente foram os mais desenvolvidos quanto à infraestrutura de bens e serviços, atraindo assim a formação urbana com maior densidade.

Quanto à influência do objeto de análise proposto – Economia das Eólicas –, no crescimento populacional da microrregião de Baixa Verde, chama atenção a elevada participação da população rural (39%), acima até mesmo da participação da população rural potiguar (22%). Esse dado sinaliza que a energia eólica contribui para a fixação do homem no campo, uma vez que sua atividade não interfere nas atividades agrícolas tradicionais. Apesar dessa constatação, deve-se levar em consideração que os parques eólicos começaram a ser construídos na região a partir de 2009. Como o último dado censitário sobre população urbana e população rural é do ano de 2010, a análise torna-se limitada.

O Litoral Nordeste é outra microrregião que merece destaque quanto ao perfil populacional, por demonstrar um significativo peso da população rural (57%), em 2010. Essa característica segue pelo seu histórico de formação econômica preponderantemente de produções agrícolas e pesqueiras de subsistência. Segundo Cascudo (1955), em meados do século XVII, a microrregião ainda era habitada por índios tupis e cariris. Com a expansão da indústria canavieira, vieram negros da África para o trabalho escravo, base para a formação de uma sociedade de senhores de engenho com poder econômico.

Apesar de a época açucareira ter contribuído para a formação socioeconômica da microrregião, ela não criou dinamismos. Até mesmo o município de Ceará-

Mirim, que compõe hoje a Região Metropolitana de Natal, ainda é muito dependente da oferta de serviços e infraestrutura da capital. Dessa forma, a vinda das eólicas para a microrregião pouco transformou o local, uma vez que a cesta de bens e serviços demandado pela Economia das Eólicas vem de municípios melhor estruturados, como a capital potiguar.

## As microrregiões potiguares e a economia das eólicas

Sobre a influência da Economia das Eólicas na dinâmica econômica, verifica-se que os órgãos oficiais da área de energia (ABEEÓLICA, CERNE, ANEEL etc.) e Secretarias de Estado sinalizam que o setor de energia eólica gera empregos diretos e indiretos nos setores de Indústria de Transformação, de Comércio, de Serviços, de Construção e de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água. Veja a distribuição no Quadro 1:

**Quadro 1**— Definição de empregos diretos e indiretos gerados pela energia eólica por segmento econômico

Segmento econômico	Empregos diretos	Empregos indiretos
<b>Indústria de transformação</b>	Fabricação de torres, de pás e de aerogeradores; fornecimento de insumos.	
<b>Construção</b>	Obras relacionadas à instalação dos parques eólicos.	
<b>Comércio e Serviços</b>		Hotelaria, restaurantes, prestação de serviços jurídicos, saúde etc.
<b>Produção e distribuição de eletricidade, gás e água</b>	Produção de energia elétrica (inclusive produção integrada); transmissão de energia elétrica; comércio atacadista de energia elétrica; distribuição de energia elétrica.	

**Fonte:** Elaborado pela autora

No entanto, com o histórico atraso da dinamização da economia potiguar, neste trabalho analisaremos os seguintes setores econômicos: Agropecuária, Administração Pública, Indústria Extrativa, Indústria de Transformação, Comércio e Serviços, Construção e Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água.

Começando pelo setor Administração Pública, destaca-se o peso do setor enquanto reflexo da realidade de regiões com baixo dinamismo econômico e a dependência econômica no setor público. O emprego formal nas microrregiões, no ano de 2015, segundo dados da RAIS/MTE, apresenta as seguintes participações: Mossoró-Macau, com 41%; Baixa Verde, com 61%; Litoral Nordeste, com 60%.

**Tabela 3** – Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Administração Pública (2002/2015)

	Administração Pública, Defesa e Seguridade Social							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	3.404	1.672	3.263	1.733	11	10	11	10
<b>2003</b>	3.581	1.721	3.496	1.842	12	11	10	10
<b>2004</b>	3.371	1.617	3.583	1.840	10	10	9	10
<b>2005</b>	4.859	2.027	3.970	2.177	11	13	11	10
<b>2006</b>	4.955	1.817	4.473	2.239	14	11	10	9
<b>2007</b>	5.049	2.347	4.758	2.287	10	12	9	9
<b>2008</b>	4.696	2.302	4.451	2.268	12	11	10	9
<b>2009</b>	5.516	2.241	3.625	2.325	14	10	10	10
<b>2010</b>	4.410	2.426	4.461	2.313	15	11	11	10
<b>2011</b>	4.769	2.513	4.942	2.427	16	12	10	10
<b>2012</b>	4.293	2.420	3.739	2.503	13	12	11	10
<b>2013</b>	4.898	2.647	3.573	2.300	14	12	10	8
<b>2014</b>	5.553	2.156	5.712	2.527	16	12	10	10
<b>2015</b>	6.117	2.415	5.965	2.675	14	12	11	10

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

A participação do emprego no setor da Indústria Extrativa é significativa pela intensa atividade de extração de mineral na microrregião Mossoró-Macau, tendo como principais produtos: sal, petróleo e scheelita.

**Tabela 4** – Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Indústrias Extrativas (2002/2015)

	Indústrias Extrativas							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	1.471	0	48	68	21	0	5	1
<b>2003</b>	1.400	0	46	49	21	0	5	1
<b>2004</b>	1.462	24	41	3	21	2	5	1
<b>2005</b>	1.428	27	40	13	35	5	11	1
<b>2006</b>	1.908	21	65	39	35	3	11	2
<b>2007</b>	2.045	20	22	35	35	3	10	1
<b>2008</b>	1.220	17	37	25	29	5	5	2
<b>2009</b>	1.609	20	70	24	15	2	5	1
<b>2010</b>	2.051	26	76	23	20	3	4	1
<b>2011</b>	2.137	26	73	13	25	2	4	1
<b>2012</b>	2.053	32	72	40	26	2	5	1
<b>2013</b>	1.838	42	48	102	25	2	5	1
<b>2014</b>	1.810	68	44	103	25	3	5	3
<b>2015</b>	1.875	77	47	107	24	4	4	3

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

Como já destacado na seção anterior, as atividades agropecuárias não sofreram impactos negativos com a chegada das eólicas, uma vez que essas atividades podem ser conciliadas. A evolução do emprego formal agropecuário no Rio Grande do Norte no período analisado ocorre muito mais por políticas de desenvolvimento rural, do que por influência das eólicas.

**Tabela 5**—Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Pesca (2002/2015)

	Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Pesca							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	359	34	504	5	20	11	67	5
<b>2003</b>	475	124	934	14	29	11	88	4
<b>2004</b>	558	281	1.060	15	41	15	91	4
<b>2005</b>	357	438	1.260	14	59	29	160	7
<b>2006</b>	388	295	1.250	5	58	28	159	7
<b>2007</b>	438	211	2.319	6	52	33	169	6
<b>2008</b>	432	312	2.273	5	54	43	179	6
<b>2009</b>	456	334	2.245	12	33	28	126	5
<b>2010</b>	432	277	1.360	4	34	23	125	4
<b>2011</b>	418	284	1.080	11	31	15	127	4
<b>2012</b>	491	289	914	11	32	22	118	5
<b>2013</b>	445	326	860	36	31	18	116	10
<b>2014</b>	500	412	998	39	35	25	115	10
<b>2015</b>	499	471	987	35	39	27	120	11

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

Para verificar como atua a Economia das Eólicas nas microrregiões, foram analisados os dados de emprego formal juntamente com os estabelecimentos produtivos por segmento econômico. Com esses dados em conjunto, identificou-se quais os setores que mais se dinamizaram no período de análise (2002-2015).

O emprego formal nos setores de Comércio e de Serviços juntos representa: 26% em Mossoró-Macau; 22% em Baixa Verde; 39% no Litoral Nordeste; 21% em Serra de Santana. De acordo com a formação econômica da potiguar, esse setor foi acionado como suporte às atividades principais, tais como o sal, o gado, o petróleo (Mossoró-Macau), Agropecuária (nas demais regiões) e mais recentemente as energias eólicas. Esses setores destacam-se tanto no número empregos que possuem quanto no número de estabelecimentos. Entretanto, em termos de participação nos setores econômicos, Comércio e Serviços são mais representativos

quando se observam os estabelecimentos produtivos. Um número de estabelecimentos bem acima do número de empregos gerados caracteriza o porte dos empreendimentos como sendo de micro ou pequeno porte. No caso da microrregião Mossoró-Macau, em média 90% dos empreendimentos do setor de Comércio são de micro porte, possuindo no máximo nove empregados. No setor de Serviços, a média é de 84% empreendimentos de micro porte e 11% de pequeno porte, os quais possuem até 49 empregados.

Essa pulverização de muitas empresas de micro e pequeno porte é uma característica dos setores de Comércio e de Serviços, principalmente em microrregiões periféricas. Empresas deste perfil são muito dependentes do dinamismo da economia. As micro e pequenas empresas são, em maior parte, prestadoras de serviços de toda natureza. Por essa razão, ao crescer as atividades econômicas como um todo, notadamente a comercial, as micro e pequenas empresas são quase que automaticamente acionadas.

Observe que, no período de 2005 a 2008, os setores de Comércio e de Serviços experimentaram uma elevada participação no número de estabelecimentos das microrregiões. Esse salto é explicado pela conjuntura macroeconômica, com o aumento da distribuição de renda via programas sociais do Governo Federal, que aumentou a renda das famílias, que não por alguma motivação de origem local. Já a queda do número de estabelecimentos, em 2009, também é reflexo da crise do período, o que influenciou nas importações e no preço do dólar, atingindo diversos setores econômicos.

**Tabela 6** – Microrregiões eólicas potiguaras: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Comércio e Serviços (2002/2015)

	Comércio e Serviços							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	1.315	509	7.290	285	269	105	254	49
<b>2003</b>	1.650	555	6.793	378	324	148	276	60
<b>2004</b>	1.701	642	10.048	406	366	160	284	62
<b>2005</b>	2.472	645	9.085	762	1.310	493	1.081	479
<b>2006</b>	2.586	635	5.599	831	1.240	511	1.109	536
<b>2007</b>	2.175	628	3.957	790	1.291	549	1.211	565



<b>2008</b>	3.897	705	2.626	814	1.481	594	1.232	623
<b>2009</b>	3.912	697	2.345	821	555	213	488	135
<b>2010</b>	3.663	859	2.659	702	613	223	540	156
<b>2011</b>	3.520	1.001	2.741	476	654	250	617	176
<b>2012</b>	4.428	1.053	2.895	1.031	702	261	650	195
<b>2013</b>	4.267	1.104	3.279	752	739	278	744	207
<b>2014</b>	3.851	1.231	3.734	833	777	312	807	216
<b>2015</b>	3.461	1.309	4.241	920	774	321	889	260

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

A Indústria de Transformação é um dos setores mais importantes na economia das eólicas. É a partir dele que se impulsiona toda a cadeia produtiva do setor. Em que pese o aumento no número de empregos no setor em todas as microrregiões (exceto Litoral Nordeste), as divisões em que se concentram os vínculos são as tradicionais como Alimentos e Bebidas (37%), Metalurgia e Fabricação de Produtos de Metal (18%) e, em menor proporção, Máquinas e Equipamentos (9%), segundo dados da RAIS para o ano 2015 em Mossoró-Macau.

**Tabela 7**— Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Indústrias de Transformação (2002/2015)

	Indústrias de Transformação							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	515	58	1.418	50	35	6	24	5
<b>2003</b>	485	75	722	30	36	11	22	4
<b>2004</b>	543	70	777	31	31	9	24	4
<b>2005</b>	687	87	874	32	94	26	78	20
<b>2006</b>	335	104	901	39	77	19	80	22
<b>2007</b>	314	105	741	36	88	25	88	23
<b>2008</b>	356	118	793	54	92	30	95	31
<b>2009</b>	380	141	880	77	32	17	40	7
<b>2010</b>	890	152	837	103	36	18	42	6

<b>2011</b>	905	372	839	138	43	20	46	8
<b>2012</b>	911	234	917	138	36	28	51	7
<b>2013</b>	911	212	908	206	41	21	56	9
<b>2014</b>	1.051	212	987	288	44	27	60	16
<b>2015</b>	1.165	252	887	400	43	24	56	26

**Fonte:** RAIS/MTE. Elaboração Própria

Nos anos de 2011, 2012 e 2013, funcionou no município de Parazinho, em Baixa Verde, uma fábrica de torres de concreto para aerogeradores, pois possui uma característica itinerante, servindo de suprimento à instalação do parque. No ano de 2014, foi inaugurada em Areia Branca outra fábrica de torres de concreto para aerogeradores. Esses empreendimentos foram os únicos da Indústria de Transformação diretamente relacionados com a Economia das Eólicas no território potiguar. Segundo o banco de dados da RAIS, em 2015, a divisão Máquinas e Equipamentos gerou 196 empregos, representando 17% do emprego no setor na microrregião Mossoró-Macau. Apesar dos números, essa atividade possui apenas o caráter temporário, não viabilizando transformações estruturantes da economia local.

Todavia, a indústria eólica é composta, além da fabricação das torres, pela fabricação de aerogeradores e pás, que infelizmente não se instalaram na região. Essas são as partes que mais demandam investimentos tecnológicos e uma cadeia produtiva mais extensa, mas se instalaram em outros estados do país. Segundo Macedo (2014), uma das justificativas para esses fabricantes não se fixarem no Rio Grande do Norte é a insuficiente infraestrutura de estradas e portos no estado para escoamento da produção.

Devido à formação incipiente da cadeia produtiva da economia das eólicas no território potiguar, o setor Construção foi o que mais teve impacto nas microrregiões eólicas. No período 2002-2015, o número de empregos formais obteve um crescimento médio anual de 9,6% a.a em Mossoró-Macau; de 36,5% a.a. em Baixa Verde; 23,9% a.a. em Litoral Nordeste; de 5,7% em Serra de Santana. Esses valores tratam-se de médias anuais, mas em determinados anos podem ser ainda maiores (ver tabela).

**Tabela 8** – Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Construção (2002/2015)

	Construção							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
<b>2002</b>	160	4	36	13	18	4	8	1
<b>2003</b>	565	3	104	66	25	4	9	3
<b>2004</b>	2.318	19	179	8	30	4	18	1
<b>2005</b>	487	211	87	19	86	16	39	4
<b>2006</b>	527	2	176	0	85	13	32	7
<b>2007</b>	538	10	61	0	85	12	30	7
<b>2008</b>	494	11	157	3	88	15	45	7
<b>2009</b>	798	34	303	5	38	12	25	3
<b>2010</b>	1.595	105	361	6	46	11	29	2
<b>2011</b>	887	531	121	49	47	16	37	10
<b>2012</b>	963	477	281	373	57	20	40	6
<b>2013</b>	1.698	59	516	714	43	15	59	13
<b>2014</b>	1.841	109	845	550	81	16	92	19
<b>2015</b>	531	230	589	27	67	18	120	6

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

Dada a importância do setor, analisa-se a tabela seguinte, que evidencia as divisões que compõem o segmento, onde as participações médias são: 85% dos estabelecimentos produtivos são de Construção de Edifícios e Obras de Engenharia Civil, 5% de Obras de Infraestrutura para Energia Elétrica e Telecomunicações, 4% de Preparação de Terreno, 3% de Obras de Acabamento e de 2% de Obras de Instalações.

**Tabela 9** – Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos dos Segmentos de Construção (2002/2015)

2002- 2015	Preparação do terreno					Construção de Edifícios e Obras de Engenharia Civil					Obras de Infraestrutura p/ Energia Elétrica e telecom.					Obras de Instalações					Obras de Acabamento				
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra do Mel		Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra do Mel		Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra do Mel		Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra do Mel		Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra do Mel	
02	0	0	0	0		159	4	36	0		1	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	13
03	1	0	0	0		564	3	104	53		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	13
04	1	0	10	0		1724	19	169	0		593	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	8
05	5	0	22	0		298	211	65	19		184	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0
06	0	0	39	0		422	2	137	0		102	0	0	0		1	0	0	0		2	0	0	0	0
07	0	0	38	0		536	10	16	0		1	0	0	0		0	0	7	0		1	0	0	0	0
08	3	0	21	0		455	11	118	3		35	0	0	0		1	0	18	0		0	0	0	0	0
09	14	0	171	0		687	34	114	5		96	0	0	0		0	0	18	0		1	0	0	0	0
10	5	0	260	0		1536	105	80	4		54	0	0	0		0	0	21	0		0	0	0	0	2
11	131	2	4	0		681	524	62	46		60	0	0	0		8	0	53	0		7	5	2	3	3
12	96	4	2	0		812	468	235	373		28	0	0	0		24	0	41	0		3	5	3	0	0
13	37	3	83	2		1608	56	351	502		3	0	0	210		45	0	71	0		5	0	11	0	0
14	5	6	27	5		1821	103	734	194		1	0	0	348		11	0	68	0		3	0	16	3	3
15	10	6	7	0		518	220	475	26		1	0	0	0		2	4	40	0		0	0	67	1	1

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

De acordo com a Tabela 9, a divisão do segmento de Construção, Obras de Infraestrutura para Energia Elétrica e Telecomunicações, apresentou oscilação no número de empregos formais gerados no período 2002-2015. Observe que no ano de 2004, em Mossoró-Macau, atingiu o número mais elevado, 593 empregos formais, e em 2014, na microrregião Serra do Mel apresenta o número de 348 vínculos. Os anos em destaque são quando se iniciam as construções dos parques eólicos nas regiões. O destaque é que esse número cai com o avançar dos anos. Como esse emprego é de caráter temporário, as vagas deixam de existir com o fim da construção dos parques. Outra questão é que as microrregiões que não apresentam números crescentes para Obras de Infraestrutura, muitas empresas estão sediadas em Natal. Como a informação do emprego formal ocorre pela sede do estabelecimento, muitos dos empregos gerados pelos municípios que estão construindo os parques estão endereçados fora da microrregião.

Por fim, o segmento que está na ponta da cadeia produtiva da economia das eólicas, que é a Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, apresenta uma participação muito baixa no total de empregos de cada microrregião, conforme a Tabela 10.

**Tabela 10** – Microrregiões eólicas potiguares: empregos formais e estabelecimentos produtivos no Setor Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água (2002/2015)

	Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água							
	Emprego formal				Estabelecimentos			
	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana	Mossoró-Macau	Baixa Verde	Litoral Nordeste	Serra de Santana
2002	19	10	117	19	2	5	3	5
2003	19	11	136	14	2	5	4	4
2004	21	13	128	16	3	5	3	4
2005	22	12	129	15	3	5	6	4
2006	24	13	145	18	3	5	8	4
2007	23	12	115	20	6	5	6	5
2008	21	10	150	12	6	5	6	4
2009	16	10	140	22	3	5	5	5
2010	25	10	145	27	3	5	5	6
2011	31	16	155	30	5	6	5	6
2012	15	4	136	19	5	1	5	3
2013	14	28	150	24	5	2	5	3
2014	16	18	139	26	6	2	4	3
2015	24	107	143	30	6	8	5	3

Fonte: RAIS/MTE. Elaboração Própria

Infelizmente, o destino da energia gerada é a central de redes. Restando para o Governo do Estado poucas opções de barganha para a atração de novos setores produtivos, uma vez que a energia produzida não pertence ao Rio Grande do Norte. Dessa forma, o discurso de que o estado potiguar é autossuficiente em energia eólica não passa de uma falácia, pois boa parte da energia produzida vai para a central de redes, não ficando apenas em seu território.

## Considerações finais

Na análise das microrregiões eólicas, podemos destacar os seguintes pontos:

- Nasquelas regiões que já possuíam uma maior organização de suas estruturas econômicas, a eólica incorporou maiores impulsos de setores relacionados, ou seja, quanto maiores as ofertas de bens e serviços da região, maior será o relacionamento da atividade eólica com o local;
- Para aqueles locais que são insuficientes na oferta de bens e serviços, a economia das eólicas irá importá-los de outro lugar, nisso está incluso a demanda máquinas e equipamentos, oferta de mão de obra qualificada e serviços diversos;
- Dessa forma, o setor eólico, ao se instalar no estado do Rio Grande do Norte, gera empregos pontuais para o setor e impulsiona a economia de forma indireta, preponderantemente no período de construção dos parques. O destaque na criação de empregos e de novos estabelecimentos produtivos ocorre nos setores já existentes no estado, não contribuindo para a ampliação de setores mais intensivos em capital e tecnologia, como a indústria eólica.

Apesar do volume de empregos formais dos setores que geram empregos diretos e indiretos durante a construção dos parques, deve-se observar que esses empregos de caráter temporário geram impactos nas microrregiões eólicas, não sustentando em longo prazo a dinâmica econômica formada. Ainda que a criação de novos empregos nos parques em operação, o volume criado é pequeno frente ao mercado de trabalho como um todo. Isso ocorre por o Rio Grande do Norte não formou a cadeia completa da Economia das Eólicas.

## Referências

ARAÚJO, Denílson da Silva. **Dinâmica econômica, urbanização e metropolização no Rio Grande do Norte (1940-2006)**. Recife: Massangana, 2010. 352 p.

CASCUDO, Luís da Câmara. **História do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro: MEC, 1955.

CLEMENTINO, Maria do Livramento M. **Complexidade de uma urbanização periférica**. Tese (Doutorado em) – Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 1990.

COSTA, Rafael Fonsêca da. **Ventos que transformam?:** um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 212 f. Dissertação (Mestrado em) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

IBGE. **Divisão do Brasil em mesoregiões e microrregiões geográficas.** Rio de Janeiro, 1990. v. 1.

MACEDO, Luziene Dantas de. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e seus aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte.** 374 f. Tese (Doutorado em) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

RODRIGUES NETO, João. **A expectativa do petróleo:** aspectos históricos do Rio Grande do Norte. Tese (Doutorado em) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, 2007. RODRIGUES NETO, 2008).

SILVA, Rebeca Marota da. **Dinâmica socioeconômica das eólicas no Rio Grande do Norte (2002-2015):** microrregiões e políticas de desenvolvimento local. Dissertação (Mestrado em) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.





# Evolução dos modelos de energias renováveis tradicionais para os alternativos e a expansão das eólicas no nordeste do Brasil

*Moema Hofstaetter  
Zoraide Souza Pessoa*

## Introdução

**O** DEBATE em torno da exploração de fontes de energias que fossem alternativas às predominantes iniciou-se com a eclosão da crise ambiental no final dos anos 1960, que pautou suas discussões em torno da exploração dos recursos naturais de forma intensiva, decorrente de padrões de consumo cada vez mais intensos e que recai diretamente sobre os sistemas globais energéticos altamente dependentes dos recursos fósseis, que impactam na manutenção de altas emissões de gases do efeito estufa na atmosfera. Ao longo das décadas seguintes, as discussões foram se ampliando num esforço da diversificação das matrizes energéticas, tornando-as menos poluentes, assim como, menos dependentes dos recursos fósseis, até então o principal meio da oferta de energia mundial.

Além da problemática da dependência energética relacionada aos recursos fósseis para geração de energia, somava-se o fato de estes serem geradores de impactos ambientais, o que contribuía para a emissão de gases poluentes, sendo necessário buscar alternativas de fontes que fossem mais sustentáveis e que causassem menos impactos ambientais. Outro aspecto que contribuiu para a busca por alternativas energéticas diz respeito aos conflitos políticos, econômicos e civis nos territórios que possuem reservas naturais abundantes de combustíveis fósseis, que potencializam a exploração e comercialização do petróleo, com a ocorrência de crise e conflitos armados a partir dos anos 1970 no Oriente Médio, e nas décadas seguintes em outros continentes, como na Venezuela na América do Sul, onde localiza-se uma das maiores reservas de petróleo mundial.

No contexto do debate da crise ambiental global e seus reflexos sobre as bases energéticas predominantes no mundo, o Brasil sempre esteve à frente da tendência mundial, por apresentar uma base energética renovável, mesmo que não isenta de envolver problemas ambientais e sociais (BERMANN, 2007).

O país já era, na década de 1970, referência mundial na produção de energia com base em fontes renováveis. Sua matriz energética formada a partir da hidroeletricidade, em função da abundância de rios no país, favoreceu a construção de hidroelétricas que, ainda hoje, constituem a principal fonte de energia explorada e responsável pelo abastecimento da população brasileira. No entanto, essa fonte energética é altamente sensível às mudanças climáticas, principalmente em cenários de eventos extremos, como a escassez hídrica, que repercute no potencial da hidroeletricidade brasileira.

Outro aspecto que tornou o país referência, foi o potencial energético advindo da biomassa, que teve o papel precursor na produção de biocombustíveis em 1975, com a exploração do álcool, a partir do beneficiamento da cana-de-açúcar. Esse potencial dinamizava a produção de energia no país, ao mesmo tempo em que estimulava economicamente a sua produção, com impacto direto nas regiões canavieiras que apresentavam um cenário de crise nas exportações de açúcar brasileiro.

Mais recentemente, impulsionado por crises no abastecimento de energia nas duas últimas décadas, as energias eólica e solar se apresentam como possibilidades de alternativas para complementar o sistema elétrico nacional, inserindo-se dentro do contexto mundial de incentivo às tecnologias de geração elétrica não dependente dos combustíveis fósseis, aproveitando o grande potencial natural de seus territórios para a produção de ambas, sendo que a energia eólica foi impulsionada e promovida através de um conjunto mais pontual de políticas públicas.

Nesse sentido, observa-se um crescente debate, a partir dos anos 2000, no contexto da produção de energias alternativas no Brasil, através da ampliação de políticas de incentivo voltadas para a implantação de parques eólicos ao longo, principalmente, da sua costa litorânea, mas que rapidamente, numa década, se inseriu num movimento de interiorização.

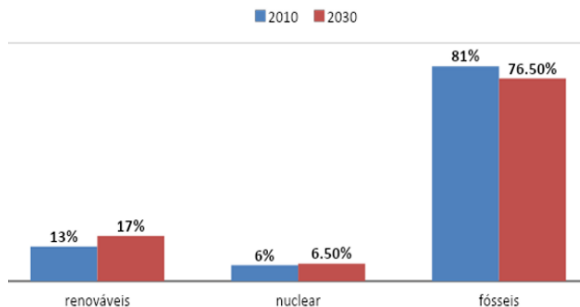
Pretendemos discorrer, neste artigo, sobre o cenário da expansão crescente do desenvolvimento da energia eólica no mundo e, principalmente, como se deu no contexto nacional. O objetivo é descrever o avanço da energia eólica no Brasil e como este se insere no debate ambiental contemporâneo. A pesquisa que subsidia a discussão explanada é com base em metodologia qualitativa, através de investigação documental e bibliográfica que compreende o período de 2006 a 2016 de forma mais pontual para compreender a evolução da temática e sua inserção na atualidade.

O capítulo está organizado em duas partes, sendo que na primeira parte é apresentado o panorama da energia no Brasil, seguido pela caracterização evolutiva da energia eólica no Brasil, ambas as partes se conectando a esta introdução. O capítulo termina com as considerações finais.

## A energia no Brasil

A matriz elétrica mundial é ainda dependente dos recursos fósseis não renováveis, especialmente do petróleo (Figura 1). Esse cenário de dependência parece não sofrer alterações significativas no futuro próximo (BERMANN, 2008). Esse aspecto é preocupante, pois é um dos fatores que mais contribuem para as emissões de gases do efeito estufa, cenário que exige ações mitigadoras por parte das nações e configura um compromisso central do acordo climático de Paris que prevê a diminuição das emissões pelos países membros da ONU e signatários desse acordo global.

**Figura 1**—Matriz Energética Mundial (comparativo entre 2010 e previsão para 2030)



Fonte: FGV, 2012

Contudo, diante do cenário de crise dos combustíveis fósseis para suprir a necessidade de consumo de energia mundial e do debate ambiental em torno da emissão dos gases do efeito estufa (GEE), que contribuem para o aquecimento do planeta e conseqüentes alterações climáticas das últimas décadas, em decorrência desse padrão de consumo, no Brasil, a temática da energia elétrica, postou-se como um dos temas mais importantes na agenda brasileira.

Tem-se um cenário de crise global em torno dos combustíveis fósseis, mas também, uma retomada da dinâmica de crescimento econômico e da expansão da

urbanização pós-abertura democrática, que implicou em maior demanda de consumo, sobretudo, no período de 1995 a 2015, cuja estabilidade permitiu que extratos sociais acendessem.

Análises realizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2012, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, afirmam que será preciso que a capacidade instalada de energia, até 2020, passe de 110 mil para 170 mil megawatts (MW), para que não haja comprometimento na segurança energética.

Diante da necessidade de ampliar a sua capacidade de energia instalada, o debate da diversificação de fontes de energia se coloca com muita força, em virtude da matriz energética brasileira ter grande potencial de complementaridade entre as fontes que hoje a compõem. Nesse aspecto, torna-se fundamental a inclusão de novas fontes de energia, sobretudo as alternativas e de baixo impacto ambiental, como, por exemplo, a eólica e a solar.

No contexto brasileiro, ampliar essa base alternativa é viável, considerando as características naturais que favorecem a captação solar, eólica e hídrica. Segundo Macedo (2015, p. 71),

como a matriz elétrica brasileira já apresenta significativo percentual de fontes renováveis, a diversificação dessas fontes vem fazer face a dois objetivos importantes: complementar nossa matriz elétrica e aproveitar a potencialidade de recursos naturais abundantes no país, tais como o vento e o sol.

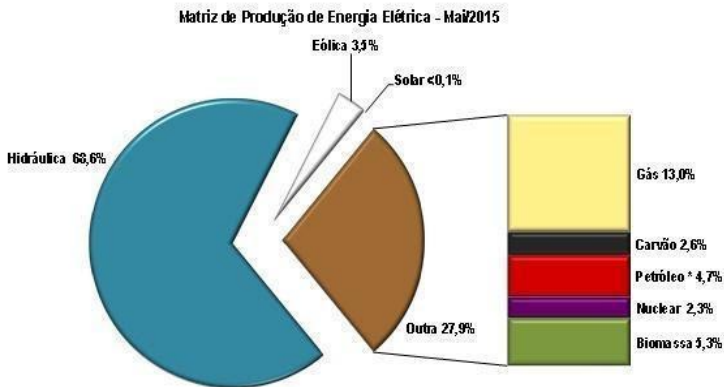
Devido a essas características naturais e de complementaridade, o Brasil é um país que se destaca quando se fala de matriz elétrica com inclusão de fontes alternativas ao longo de sua história energética, como já ressaltado na seção introdutória deste artigo.

Em 2013, de acordo com o balanço energético nacional da EPE (2014), a participação das fontes renováveis representou 79,3%, quando no mundo essa participação era de apenas 20,3%. Em estudo realizado por Bermann (2008), esse percentual era 12,7% e, a perspectiva, era que em 2030 chegasse a 14,0%. O cenário mundial superou as expectativas, contudo, ainda não é um cenário dominante. No caso brasileiro, essa perspectiva se manteve predominante, sendo a maior participação dentre as fontes renováveis a fonte hidráulica, que se mantém dominante como a principal fonte de energia elétrica no país, como é possível perceber nas Figuras 2 e 3.

No entanto, mesmo que a matriz energética brasileira seja formada principalmente pela eletricidade extraída das centrais hidrelétricas de grande porte que são dependentes dos fluxos naturais de água que chegam a seus reservatórios,

é uma matriz energética bem diversificada, e a eletricidade é extraída também a partir de outras fontes, como termoeletricas, nucleares e eólicas, entre outras (Figura 2).

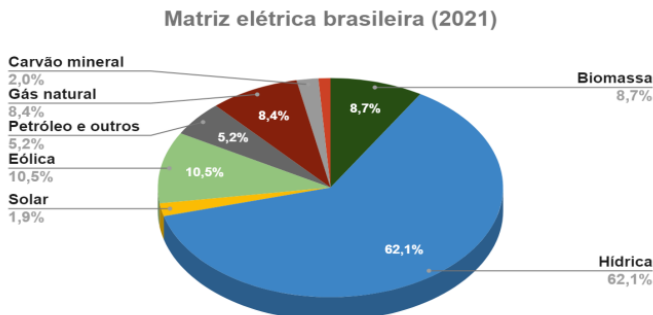
**Figura 2**—Matriz de produção de energia elétrica no Brasil, 2015



**Fonte:** Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e Eletrobras – Dados contabilizados até maio de 2015.

É interessante observar o crescimento das fontes eólica (de 3,5% para 10,5%), solar (de menos de 0,1% para 1,9%) e biomassa (5,3% para 8,7%), no quinquênio seguinte, ao observar os percentuais dessas fontes no ano de 2021, de acordo com a ANEEL (2021), conforme Figura 3.

**Figura 3**—Matriz de produção de energia elétrica no Brasil, 2019



**Fonte:** Adaptado de Sistema de Informações de Geração da ANEEL. 02 de julho de 2021

Mesmo sendo uma matriz bem diversificada, como a predominância é da fonte hidráulica, é importante destacar que existem críticas, bem fundamentadas, quanto à sustentabilidade socioambiental das grandes hidrelétricas, principal fonte responsável pela grande participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira até o momento. Estudos ressaltam que os empreendimentos hidrelétricos têm se revelado insustentáveis, no Brasil e no mundo, pelos problemas ambientais e sociais a eles relacionados (BERMANN, 2007, 2008).

A expectativa no cenário brasileiro, segundo o Plano Decenal de Energia 2023 (PDE2023), publicado pela EPE, em 2014, é de que a participação das fontes de energias renováveis na matriz pode representar 83,8% até 2023, sendo que a previsão aponta para a participação da fonte eólica num montante de 11% até 2023.

O *Boletim Mensal de Energia* do Ministério das Minas e Energia, de julho de 2015, ressalta que a participação das fontes renováveis na oferta interna de energia elétrica (OIEE), em 2014, foi de 74,6%, e que, em 2015, deve chegar a 75,6%. A Oferta Interna de Energia (OIE), também denominada de matriz energética, representa toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos do país.

De acordo com o Boletim Trimestral da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), publicado em setembro de 2015, a eólica, de janeiro a setembro de 2015, participou com 3,4% na geração de energia, no Sistema Integrado Nacional (SIN).

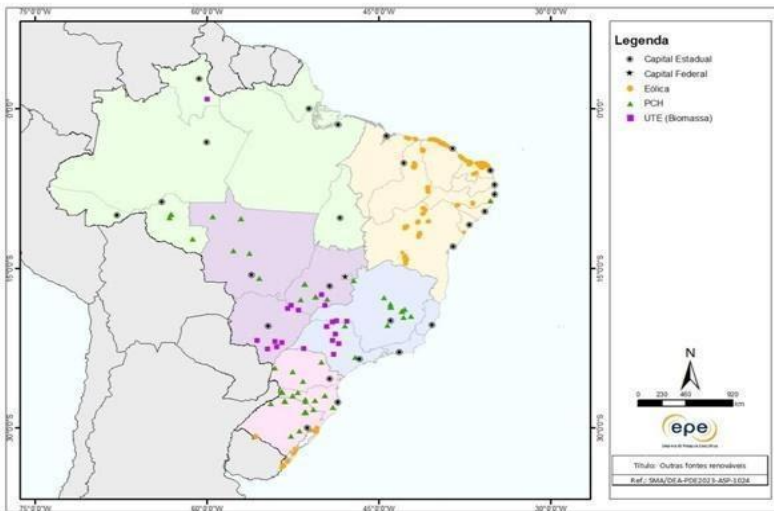
Nesse panorama, segundo o PDE 2023 (EPE, 2014), as centrais eólicas e a energia solar assumem papéis de destaque no cenário energético nacional. Em especial, porque geralmente tais projetos estão associados a impactos socioambientais menos expressivos se comparados aos de outras fontes renováveis, como a hidráulica. Acrescenta-se a essa vantagem, (i) o desenvolvimento de bases tecnológicas industriais e, (ii) a experiência operativa desses tipos de fonte acumulada nos últimos anos em todo o mundo (EPE, 2014).

Na perspectiva de considerar a necessidade da ampliação da capacidade instalada de energia, para suprir a necessidade real de aumento da produção de megawatts até 2020, o governo brasileiro vem estimulando a criação de projetos relacionados às fontes renováveis, cujas instalações estão demandadas para as regiões litorâneas brasileiras, sobretudo, nas regiões Nordeste e Sul do país. Nesse sentido,

foram georreferenciados e mapeados os projetos em construção e já contratados nos últimos leilões de energia, cuja integração ao sistema se dará entre 2014 e 2018. Como pode ser observado, a expansão da geração eólica se concentra nas regiões Nordeste e na região Sul (EPE, 2014, p. 368).

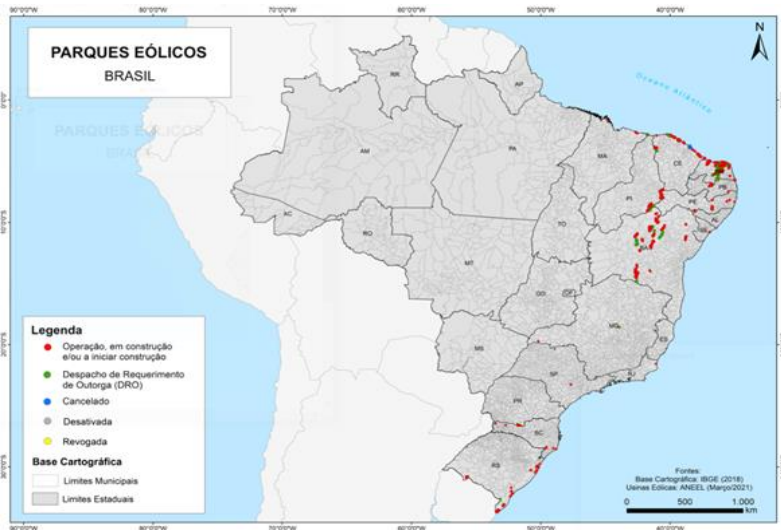
A localização dos projetos relacionados às fontes renováveis considerados no PDE 2023, tem na fonte eólica a grande possibilidade de expansão, especialmente na região Nordeste, onde está prevista a construção de muitos desses empreendimentos (Figura 4). Por sua vez, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e as Usinas Termelétricas a Biomassa (UTB), vão se instalar no centro-sul do país. Essa projeção se confirmou e, atualmente, o Nordeste lidera na concentração de empreendimentos renováveis, com expressivo destaque para a eólica.

**Figura 4** – Localização das fontes renováveis contratadas no horizonte de 2014 a 2018



**Fonte:** PDE 2023, EPE, 2014, p. 368

Mesmo que, conforme a Figura 5, a expansão da geração eólica esteja concentrada na região Nordeste e na região Sul, praticamente restrita ao estado do Rio Grande do Norte, observa-se que a expansão no Nordeste, além de ser em maior quantidade, está presente em quase todos os estados da região.

**Figura 5**—Localização da Capacidade Instalada no Brasil, da produção de energia eólica

**Fonte:** Aneel, Capacidade Instalada, 25/03/2021/ **Elaboração:** Moema Hofstaetter (2021)

Ainda segundo a EPE (2015), do lado do consumo, o setor residencial, no ano base de 2014, apresentou crescimento de 5,7%. O setor industrial registrou, no mesmo ano, uma queda de 2,0% no consumo de eletricidade em relação ao ano de 2013. Os demais setores (público, agropecuário, comercial e transportes), quando analisados em bloco, apresentaram variação positiva de 7,0% em relação ao ano de 2013. Nesse mesmo ano de 2014, o setor energético cresceu 4,8%. Segundo o Balanço Energético da EPE (EPE, 2015, p. 17),

em 2014, a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil (centrais de serviço público e autoprodutoras) alcançou 133.914 MW, o que significa um acréscimo de 7.171 MW. Na expansão da capacidade instalada, as centrais hidráulicas contribuíram com 44,3%, enquanto as centrais térmicas responderam por 18,1% da capacidade adicionada. Por fim, as usinas eólicas e solares foram responsáveis pelos 37,6% restantes.

Esse cenário apontado pela EPE deve-se ao fato de o desenvolvimento da Matriz Energética Brasileira vivenciar, atualmente, uma nova etapa no país, a partir da implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003. O objetivo da iniciativa desse Programa,



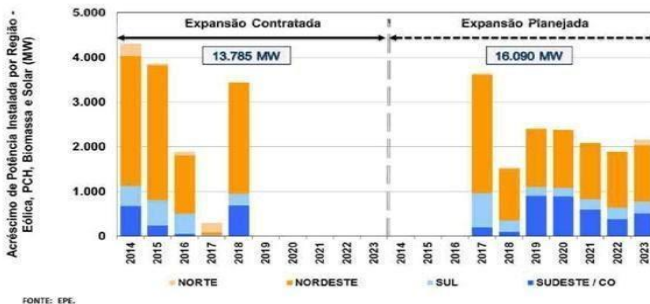
de caráter estrutural, foi alavancar os ganhos de escala, a aprendizagem tecnológica, a competitividade industrial nos mercados interno e externo e, sobretudo, a identificação e a apropriação dos benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos na definição da competitividade econômico-energética de projetos de geração que utilizem fontes limpas e sustentáveis (PROINFA, 2003).

A ideia era que o PROINFA, de acordo com o Ministério de Minas e Energia, na primeira fase (de 2002 a 2004), trouxesse benefícios importantes em termos de geração de energia no Brasil, tais como (i) a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência hidrológica; (ii) a racionalização de oferta energética por meio da complementaridade sazonal entre os regimes eólico, de biomassa e hidrológico, especialmente no Nordeste e no Sudeste; (iii) a possibilidade de elegibilidade, referente ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, criada pelo Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, dos projetos aprovados no âmbito do PROINFA (HOFSTAETTER, 2016). Já a segunda fase do PROINFA, conforme o Portal da Abeeólica, prevista para terminar em 2022,

supõe que as três fontes eleitas (Pequenas Centrais Hidrelétricas, biomassa e eólica) atinjam uma participação de 10% da geração de energia elétrica brasileira. Supõe ainda contratar, a cada ano, no mínimo 15% do acréscimo de geração no setor (Portal da Abeeólica, notícia 3092).

Nesse sentido, podemos observar a expansão contratada das fontes eólica, pch, biomassa e solar, em MW, até 2018, e a expansão planejada, de 2017 a 2023, para a geração no setor (Figura 6). Os dados são do Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 (EPE, 2014), do Ministério de Minas e Energia brasileiro.

**Figura 6**—Acréscimo de capacidade instalada de eólica, PCH, biomassa e solar por regiões brasileiras

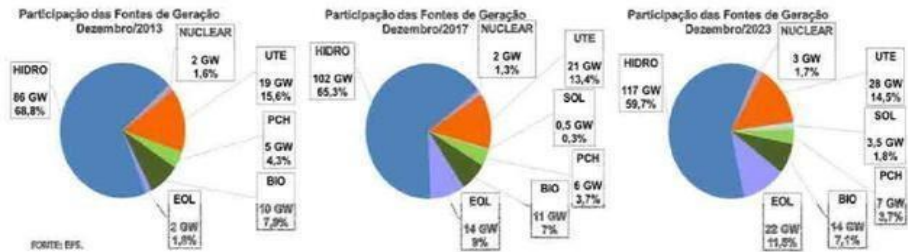


FORTE: EPE.

Fonte: PDE 2023, EPE, 2014, p. 89

No mesmo documento, conforme a Figura 6, observa-se que, a expansão de outras fontes renováveis de energia – biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCH), eólica e solar – projetada a sua participação no parque de geração do Sistema Integrado Nacional (SIN) para passar de 20%, em 2017, para 24%, em dezembro de 2023, distribuídos basicamente entre as regiões Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Sul. Já as usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis, na projeção de 2017 a 2023, mantêm sua participação na matriz, em torno de 14%, um pouco mais ou um pouco menos, a depender do ano, assim como as usinas nucleares, que variam de 1,3% para 1,7% do parque instalado, devido à entrada de Angra 3. Com relação à participação de hidrelétricas de grande porte, houve uma redução de 5,5% na projeção entre 2017 e 2023, em relação ao montante total de oferta de geração, apesar do aumento significativo da capacidade instalada de, aproximadamente, 15 gigawatts (GW), conforme Figura 7.

**Figura 7** – Evolução da capacidade instalada por fonte de geração



Fonte: PDE 2023, EPE, 2014, p. 93

Especificamente em relação à expansão planejada de 2017 a 2023, apresentada na Figura 6, é observado no PDE 2023, da EPE (2014, p. 93) que,

há que se ressaltar, no entanto, que a concretização deste Plano com essa composição de fontes na expansão planejada, predominantemente renováveis, depende principalmente da obtenção de Licenças Prévia Ambientais, de modo que as usinas indicadas possam participar dos leilões de compra de energia provenientes de novos empreendimentos, previstos em lei.

Sendo assim, o desenvolvimento de recursos renováveis para efeito de geração de eletricidade, torna-se relevante no sentido de buscar um desenvolvimento econômico socialmente justo e ambientalmente sustentável.

Tanto é que os países em desenvolvimento vêm investindo em inovação tecnológica no campo da energia, considerado estratégico para os objetivos de tornar suas economias competitivas em termos mundiais, conforme a dinâmica de produção e consumo dos agentes envolvidos nesse processo (MACEDO, 2015, p. 39).

Em geral, a diversificação da matriz energética no Brasil, tem-se pautado pelo discurso da sustentabilidade no âmbito governamental, considerando a mitigação das alterações climáticas e a diminuição da dependência energética de fontes não renováveis. Porém, é necessário qualificar esse enfoque da sustentabilidade e como ele vem sendo efetivado. A pergunta que pretendemos responder é: quão mais sustentáveis são as fontes dos recursos renováveis? Pensamos que se os recursos fósseis estão associados à emissão de gases e esgotamento das suas fontes que são naturais, as fontes renováveis, sejam hidrelétricas, a eólica e, por que não a solar, não são desprovidas de impactos socioambientais.

Elas geram impactos, criam vulnerabilidades nos ecossistemas e, do ponto de vista social, além dos impactos e situações de vulnerabilidades, geram conflitos entre os atores envolvidos na sua dinâmica, conforme observamos na dissertação de mestrado de Hofstaetter (2016).

## **A energia eólica no Brasil: breve caracterização evolutiva**

Existem registros, de antes de Cristo, de que a energia eólica e a energia hidráulica eram utilizadas de forma bem mais rudimentar para bombeamento de água, moagem de grãos, dentre outras utilidades.

Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e a aplicação de equipamentos em escala comercial (ATLAS DA ENERGIA EÓLICA, 2003, p. 93).

Na atualidade, via de regra, a energia eólica é colocada como opção para a substituição da dependência dos combustíveis fósseis, recursos esses, naturais, não renováveis e escassos, como carvão, petróleo e gás natural. Por energia eólica, nos referimos:

A energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como aquela de origem cinética formada nas massas de ar em movimento. Seu aproveitamento é feito por meio de conversão da energia cinética de translação, em energia cinética

de rotação. Para a produção de energia eólica, são utilizadas turbinas também conhecidas como aerogeradores, e para a realização de trabalhos mecânicos (como bombeamento de água ou a moagem do trigo), cataventos de diversos tipos (BERMANN, 2008, p. 26).

No caso do Brasil, a energia eólica está associada à complementaridade na geração elétrica, em função das vantagens naturais que apresenta. Entre as fontes de energias alternativas, é a que representa as maiores taxas de expansão no mundo, cerca de 26%, segundo o Balanço do Conselho Global de Energia disponível no *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro* de 2010. De acordo com a mesma publicação, no Brasil, as pesquisas estimam que o potencial eólico chegue a 143 mil MW, mais de dez vezes o que é gerado, por exemplo, pela Usina Hidrelétrica de Itaipu. Devido a isso, observa-se o crescimento de investimentos voltados para a construção de empreendimentos para geração de energia eólica em todo o país, especialmente nas regiões Sul e Nordeste.

No território brasileiro, a região Nordeste vem ganhando destaque, uma vez que seus estados vêm se tornando potenciais produtores de energia eólica. Dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica), publicados em julho de 2015, apontam que o Rio Grande do Norte, afirma-se como o maior estado produtor de energia eólica, tendo comercializado 2.192,6 megawatts (MW). Em 2021, a capacidade instalada no Rio Grande do Norte é de quase 10 gigawatts (GW), segundo o Boletim Mensal de Geração Eólica, de março de 2021 (ANEEL, 2021).

Em maio de 2015, conforme a Figura 2, a fonte eólica é responsável por 3,5% da matriz de produção de energia elétrica nacional, sendo que em maio de 2014 (12 meses antes), segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a fonte eólica era responsável por 2,26% da matriz nacional. Tal crescimento pode ter sido impulsionado pela construção das linhas de transmissão, que começaram a ocorrer durante o segundo semestre de 2014.

Dados mais atualizados, do *Boletim de Dados da Abeeólica*, referentes a novembro de 2015, apontam a capacidade eólica de 7,96 GW no Brasil, sendo a fonte eólica responsável por 5,7% na matriz elétrica brasileira (Boletim de Dados da Abeeólica, nov. 2015).

No entanto, mesmo com os ventos favoráveis e com a demonstração da capacidade de expansão, demonstrada nos últimos anos, o Brasil vai incorporando a matriz eólica, tardiamente em relação a outros países. Essa afirmação baseia-se no fato de que o restante do mundo praticamente já chegou ao ápice da sua capacidade produtiva de energia eólica, segundo o presidente da EPE (Empresa de Pesquisa Energética). “Agora é o momento da eólica. Amanhã vai ser o da solar. O preço

vai cair e ela vai entrar, não tenho dúvida, mas vamos fazer no momento certo”, afirma Maurício Tolmasquim, presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014). O Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia (CERNE) também compartilha dessa visão em relação ao potencial brasileiro, como essa organização afirma:

o vento brasileiro é forte e com bom índice de regularidade, características que situam o País como um dos mais favoráveis a investimento em eólicas no mundo e nos beneficiam em termos de fator de capacidade e custos de geração. Graças a estas condições naturais e ao sistema de leilões em que prevalecem os projetos com tarifa mais competitiva, o Brasil é capaz de oferecer hoje a energia eólica mais barata do mundo ao seu mercado (CERNE, 2014, p. 10).

Ainda conforme o *Boletim de Dados da Abeólica*, em julho de 2015, o país contava com uma potência eólica instalada e operando de 6,79 GW, que corresponde a cinco vezes à capacidade máxima da Usina Hidrelétrica de Furnas, abaixo do previsto inicialmente para o final de 2014, de 7,4 GW.

Oficialmente, o potencial de energia eólica no País é de 143 GW (o equivalente a mais 10 Usinas Hidrelétricas de Itaipu), de acordo com medições já bastante defasadas. O avanço tecnológico dos últimos anos, com captação de vento em torno de 100 metros de altura, permite estimar que esse potencial pode superar os 300 GW (ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO, 2015, p. 36).

Essa característica, de ventos fortes, encontra-se principalmente no litoral do Rio Grande do Sul e, sobretudo, no litoral do Nordeste, no Rio Grande do Norte e no Ceará, estados que assistem a crescentes investimentos privados voltados à instalação de parques e produção de energia eólica. Em tese, sobre a eólica no Rio Grande do Norte, Macedo (2015, p. 84) nos aponta a potencialidade nordestina:

a região Nordeste oferece maior potencialidade de vento do que de recursos hídricos, pois é uma região que apresenta grandes incidências de períodos secos, o que leva a crer que a fonte eólica poderá se tornar um “reservatório imaginário” de capacidade hídrica, sendo esta utilizada também para outras atividades, como as de irrigação.

As formas de comercialização da energia eólica acontecem através do PROINFA, dos leilões e, em uma escala menor, no Mercado Livre, onde as condições contratuais são livremente negociadas entre as contrapartes. Cada forma tem uma estrutura de comercialização. Não vamos nos ater a isso neste estudo, pois exige uma sistematização de informações que não direcionamos coletar neste trabalho.

É importante lembrar que, durante a crise energética de 2001, houve a tentativa de incentivar a contratação de empreendimentos de geração de energia eólica no país. Criou-se, nesse momento, o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), que tinha como objetivo a contratação de 1.050 MW de projetos de energia eólica até dezembro de 2003. No entanto, o programa não obteve resultados e foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), no ano de 2002.

Além de incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis na matriz energética, o PROINFA abriu caminho para a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no país, que dependia do setor de tecnologia importada. Conforme aponta Macedo (2015), a partir de 2009, sucederam-se diversos leilões, descritos a seguir.

No final de 2009, ocorreram o Primeiro e o Segundo Leilão de Energia de Reserva (LER), de comercialização de energia voltada exclusivamente para a fonte eólica. O 2º LER foi um sucesso, com a contratação de 1,8 GW (gigawatts), e abriu portas para novos leilões que aconteceram nos anos seguintes.

Em agosto de 2010, foram realizados o 3º LER e o Leilão de Fontes Alternativas (LFA), com a contratação de 2 GW de fonte eólica. Já em 2011 ocorreram mais três leilões, o 4º LER, o A-3 e o A-5, onde a fonte eólica teve grande destaque ao negociar o total de 2,9GW.

No mês de dezembro de 2012, ocorreu o leilão A-5, que contratou energia para o início de suprimento em 2017. Nesse leilão, foram contratados 281,9 MW. Em 2013, ocorreram novamente três leilões, o 5º LER, o A-3 e A-5 e, por fim, em 2014 houve um leilão A-3. Em 2015, ocorreu o Leilão de Fontes Alternativas (LFA 2015), dois leilões de energia de reserva, o 1º e 2º LER 2015, e o A-1 2015 para entrega de energia (HOFSTAETTER, 2016 apud MACEDO, 2015).

Não podemos finalizar essa explanação sem ressaltar que a energia eólica tem assumido um importante papel como fonte de eletricidade, já que agrega numerosas vantagens frente às energias tradicionais e mesmo em comparação a outras fontes renováveis.

Dentre as características mais atrativas em termos de planejamento energético, pode-se citar a implantação rápida e, em geral, o impacto reduzido na ocasião da construção dos parques eólicos, o que não significa afirmar ser isenta de produzir impactos. Este trabalho justamente vai apontar em seus resultados um entendimento que critica essa percepção. Além disso, dois importantes atrativos merecem ser mencionados:

a diminuição do investimento inicial para a implantação dos parques eólicos, em boa medida decorrentes da progressiva redução do custo dos equipamentos no mercado com a expansão do mercado de fabricação interna e não dependente do mercado externo, e a complementaridade energética, fruto da possibilidade de gerar energia em períodos de seca (EPE, 2014, p. 370).

A EPE (2014) aponta, segundo o PDE 2023, outra vantagem que diz respeito ao fato de a exploração eólica permitir que o solo possa ter outros usos, possibilitando ao produtor rural obter uma fonte de renda extra. No entanto, a esse respeito, no trabalho de campo, vamos observar que, tanto em função de limitações estipuladas no contrato entre a empresa e agricultores, como em função de um fator cultural, essa equação não se efetiva necessariamente.

O mesmo documento (PDE 2023) aponta que o caráter inovador da exploração eólica, favorece a dinâmica econômica com a criação de novos postos de emprego e de oportunidades de negócio nos diversos setores. No entanto, o mesmo documento apresenta um desafio a ser superado nesse quesito, que é a formação e o treinamento de mão de obra capaz de atender aos anseios e prazos desse novo modelo de geração no Brasil, seja na construção dos novos parques de geração, seja na construção das linhas de transmissão em tempo compatível com o da construção dos parques eólicos. Apresentaremos dados e informações advindas do trabalho de campo também a esse respeito.

Além dos pontos citados, a energia é obtida sem a emissão de gases de efeito estufa, o que contribui com a estratégia brasileira para atingir as metas de redução de emissões desses gases. Contudo, não é isenta de produzir impactos ambientais e sociais, sobretudo, quando se considera as condições naturais dos territórios onde estão sendo instaladas as centrais produtoras de energia eólica, como no caso de áreas litorâneas, cujos ecossistemas já são fragilizados em decorrência de atividades como o turismo entre outras (HOFSTAETTER, 2016). Nesse sentido, ao se analisar as regiões com grande potencial eólico, o PDE 2023 (EPE, 2014) conclui que,

os projetos podem interferir de forma expressiva na dinâmica socioeconômica de certos locais, já que comprometeria atividades como o turismo onde esta atividade é predominante. A região Nordeste e o RN ilustra bem esse panorama, visto que a expansão ocorre no litoral, em locais de grande beleza cênica e potencial turístico explorado. Tais ambientes – não raro, campos de dunas ou faixas de praia – geralmente são sensíveis do ponto de vista socioambiental. Os parques eólicos também vêm ganhando espaço no interior de estados nordestinos [...]. Diante desse quadro, o grande desafio para a expansão dessa fonte é conciliar a preservação desses sítios especiais com a implantação de projetos. Para isso, é imprescindível ampliar as discussões técnicas e com a sociedade, promover estudos visando

umentar o conhecimento acerca dos impactos, assim como planejar de forma estratégica a expansão da fonte eólica (PDE2023, EPE, 2014, p. 370).

É importante destacar estudos que buscam sistematizar uma análise desse tipo de energia e sua inter-relação com o desenvolvimento dos territórios envolvidos com essa realidade, como, por exemplo, os trabalhos de Macedo (2015); Hofstaetter e Pessoa (2015); Costa (2015); Hofstaetter (2016) e Silva (2017), que buscaram compreender, sob dimensões diferentes, a energia eólica no RN e sua expansão no país.

## Considerações finais

Diante de tudo que foi exposto ao longo deste artigo, temos presente que a realidade da exploração eólica é recente no Brasil, que está em franca expansão e, que as empresas e os governos federal, estaduais e municipais, têm muito que avançar para a consolidação desse novo empreendimento, na perspectiva de que seja um vetor produtivo que contribua para o desenvolvimento regional e para um modelo energético mais sustentável, resiliente e adaptativo às alterações climáticas. Ou seja, capaz de se reorganizar em caso de ocorrências de eventos extremos.

Recentemente o país vem atravessando períodos de estiagem e secas prolongadas e que interferem nos volumes dos rios, comprometendo a capacidade de geração de energia hidráulica. Tal perspectiva de estiagens, poderá interferir no potencial de energias renováveis no país, o que fará que o custo da eletricidade fique mais alto, com o acionamento das centrais termelétricas, impactando no abastecimento.

No Nordeste, a seca se prolongou por mais de cinco anos desde 2013, recuando a partir de 2017, mas sem permitir segurança no volume dos reservatórios hídricos e o cenário não é animador nesse sentido para a década seguinte, relativo às projeções de variabilidade climática considerando as mudanças climáticas. Outras regiões brasileiras vêm passando por estiagens como as recentes (desde 2019) ocorridas no Sudeste, que levou os reservatórios a limites críticos, provocando problemas, além dos energéticos, ligados ao abastecimento de águas. Atualmente, em relação aos reservatórios do Sul e Sudeste, foi decretado, em maio deste ano (2021), risco hídrico, o que resultou no aumento das tarifas de energia, em cenário já concomitante à crise econômica de saúde pública com a pandemia desde o final de 2019. Nesses períodos, a população é que tem pagado mais caro por consumir energias advindas de sistemas mais dispendiosos para produzir energias, como o



caso das termelétricas e que impôs um sistema de tarifação aos usuários que varia de uma situação crítica de bandeira tarifária vermelha, de uma situação estável de bandeira tarifa amarela e confortável, a tarifação de bandeira verde.

Até porque a diversificação da matriz elétrica brasileira, em tendo sido impulsionada mais por crises nos sistemas de abastecimento de energia elétrica do que pela consciência ambiental energética, ou como uma cadeia produtiva alternativa de desenvolvimento sustentável regional, deixa em aberto muitas arestas e inquietações quanto ao papel assumido pelo estado na promoção energética.

Podemos nos perguntar, por exemplo, se a forma como os parques chegam aos territórios está inserida dentro de uma dinâmica de sustentabilidade socioambiental. São observados os impactos sociais e ambientais nas localidades onde os parques são instalados? Existem dados e estudos que subsidiam as decisões sobre onde instalar os parques eólicos, no sentido destes estarem, de fato, inseridos na dinâmica de geração alternativa de energia, com vistas à sustentabilidade? Esses dados ou estudos podem vir a ser ferramentas úteis na avaliação dos padrões de desenvolvimento, na proposição de políticas e ações mitigadoras da referida cadeia produtiva.

Outros aspectos a considerar, é a falta de uma perspectiva de gestão planejada dos recursos energéticos no país, a fim de levar em consideração não apenas as demandas crescentes, mas de constituir um planejamento energético que considere o efetivo das mudanças climáticas que interferem na oferta energética e, assim, ter-se uma capacidade adaptativa frente às incertezas que podem se apresentar no futuro sobre os recursos energéticos, tanto os predominantes como os alternativos.

Por fim, existem muitas questões a serem discutidas, problematizadas, analisadas, acompanhadas, sistematizadas e aferidas, diante da prematuridade da inserção da produção de energia por fonte eólica no Brasil e que, espera-se, possam ser respondidas com mais análises sobre as energias alternativas e seus desafios, tornando-as opções estratégicas ao planejamento energético brasileiro.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas da energia eólica**. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia\\_eolica/energia\\_eolica.htm](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_eolica/energia_eolica.htm). Acesso em: dez. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de Informações de Geração**, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Entrevistas, 2014**. Disponível em: [www.portalabeeolica.org.br](http://www.portalabeeolica.org.br). Acesso em: dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim de Dados da Abeeólica**, nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Energia Eólica - Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/3092-energia-eolica-meio-ambiente-tecnico.html>. Acesso em: jan. 2016.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos online**, 2007, v. 21, n. 59, p. 139-153. ISSN 1806-9592. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100011>. Acesso em: jan. 2016.

BERMANN, Célio. Crise ambiental e as energias renováveis. **Cienc.Cult.** [online], 2008, v. 60, n. 3, p. 20-29. ISSN: 0009-6725. Disponível em: <https://bit.ly/3J7xhCY>. Acesso em: abr. 2017.

BRASIL. **Entrevistas**. Empresa de Pesquisa Energética, 2014. Disponível em: [www.epe.gov.br/paginas/default.aspx](http://www.epe.gov.br/paginas/default.aspx). Acesso em: dez. 2014.

BRASIL. **PROINFA**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3ughrl8>. Acesso em: dez. 2014.

BRASIL. **Energia eólica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014. Disponível em <https://bit.ly/3jeBQRm>. Acesso em: 12/2014.

BRASIL. **PROINFA. Entrevistas**. Empresa de Pesquisa Energética, 2014. Disponível em <https://bit.ly/3NP003b>. Acesso em: dez. 2014.

CERNE. **A indústria dos ventos e o Rio Grande do Norte**. Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia, 2014. Disponível em: [www.cerne.org.br](http://www.cerne.org.br). Acesso em: dez. 2014.

COSTA, R. F. da. **Ventos que transformam?: um estudo sobre o impacto da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte**. UFRN, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Matriz Energética e Elétrica brasileira**. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: jun. 2021.

FIGUEIREDO, F. F.; SILVA, Â. M. Diagnóstico socioeconômico em territórios ocupados pela energia eólica no Polo Costa Branca do Rio Grande do Norte. In: ENANPPAS—ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 7., 2015, Brasília. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/novosite/arquivos/pgt16.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

HOFSTAETTER, Moema; PESSOA, Zoraide. Impactos socioambientais e regionais da energia eólica no Rio Grande do Norte. In: ENANPPAS – ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 7., 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UNB-ANPPAS, 2015. p. 1-16. Disponível em: <https://bit.ly/3ja5rvo>. Acesso em: dez. 2016.

HOFSTAETTER, Moema; PESSOA, Zoraide S. Alterações sociais, econômicas e ambientais e parques eólicos no Rio Grande do Norte. In: XX SEMINÁRIO DE PESQUISA DO CCSA: CONSTRUINDO SABERES PARA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E DA DEMOCRACIA, 20., 2015, Natal. **Anais...** Natal, RN: UFRN, 2015. Disponível em: <http://www.seminario2015.ccsa.ufrn.br>. Acesso em: dez. 2016.

HOFSTAETTER, Moema; PESSOA, Zoraide S. **Energia eólica: um novo debate, entre defesas e contradições.** In: JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS: PARA ALÉM DA CRISE GLOBAL: EXPERIÊNCIAS E ANTECIPAÇÕES CONCRETAS, 7., 2015, São Luís, MA. **Anais...** São Luís, MA: UFMA, 2015. p. 1-1. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br>. Acesso em: dez. 2016.

MACEDO, Luziene Dantas de. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico), Unicamp, Campinas, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico**, jun. 2015.

WORLD ENERGY COUNCIL. **New Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints 1990-2020.** London: Kogan Page, 1993.



# Políticas públicas de incentivo para energias renováveis no Brasil e no Rio Grande do Norte

*Phlidmann Delfino Souto*

*Zoraide Souza Pessoa*

## Introdução

**N**OS ÚLTIMOS ANOS, o setor energético brasileiro ganhou um grande input com a introdução das energias renováveis, que possibilitou tornar mais diversificadas as matrizes energéticas e elétricas nacionais. Tal input foi impulsionado em certa medida por um conjunto de fatores que favoreceu a maior participação dos estados federativos na promoção das energias renováveis. Nesse aspecto, destaca-se entre outros estados brasileiros, o Rio Grande do Norte, que nas últimas décadas vem aproveitando as políticas públicas de incentivos à implementação de empreendimentos de energias renováveis em seu território, podendo assim contribuir diretamente para o desenvolvimento regional energético e indiretamente contribuir para posicionar o país entre os países que vem invertendo sua dependência fóssil e contribuindo para um salto qualitativo de sua eficiência energética.

Neste aspecto, é importante considerar que, a eficiência energética tem se tornado cada vez mais um ponto recorrente nas discussões sobre a demanda de energia em nível global, possuindo atualmente um papel preponderante nas políticas públicas mundiais de energia e de meio ambiente, em especial relacionadas às mudanças climáticas. Segundo Acselrad (1999), “a concepção de sustentabilidade como trajetória progressiva rumo à eficiência eco-energética é normalmente acompanhada da constituição de uma base social de apoio a projetos de mudança técnico-urbana”. (ACSELRAD, 1999, p.83) Nesse cenário de competitividade energética e busca pelo desenvolvimento com a adesão de novas tecnologias, torna-se um desafio o crescimento sustentável das cidades. Muito embora, o país, mesmo tendo base significativa renovável de suas fontes energéticas, isso não parece ser o suficiente para garantir segurança energética, haja vista os recentes cenários de crise energética que se configura frente à crise climática que repercute, sobre a base elétrica, especialmente de fonte hidráulica, que fica suscetível às estiagens e os cenários climáticos presentes e futuros.

É nesse contexto de complexidade e irreversibilidade do planejamento estratégico energético que os autores questionam: quais políticas de incentivos contribuíram para a devida estruturação na consolidação dessa atividade produtiva? Quais aspectos limitadores prejudicaram a relação público-privada para a concentração de convênios? Para responder a esses questionamentos, foi necessário realizar um levantamento detalhado das políticas públicas com o intuito de explicitar como o estado do RN apresentou avanços significativos na produção de energia, destacando suas especificidades dentre outros estados do Nordeste, tornando-o um dos maiores produtores de energia renovável do país.

Para tanto, a metodologia aplicada neste estudo está ancorada em uma pesquisa de natureza qualitativa, pautando-se na necessidade de entender as singularidades do fenômeno (HAGUETTE, 2010) da energia renovável. O estudo apresentará características de análise descritiva, que segundo Filgueira (2004, p.22), vale-se destacar que, “o cientista observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, entretanto, não os manipula e não chega a interferir no resultado”.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de proporcionar um levantamento teórico-conceitual sobre energias renováveis e temas relacionados, como desenvolvimento sustentável, vulnerabilidade socioambiental e políticas públicas de incentivo. Para isso, selecionam artigos e dissertações presentes no plano de trabalho e externos a este, bem como utilizam a plataforma Portal de Periódicos CAPES a fim de acompanhar a produção científica dessas temáticas.

A pesquisa também se utiliza da observação sistemática, que é “utilizada em pesquisas que têm como objetivo a descrição precisa dos fenômenos ou o teste de hipóteses” (GIL, 2008 p. 104). Nas pesquisas desse tipo, o pesquisador sabe quais os aspectos da referida problemática são significativos para alcançar os objetivos pretendidos” (GIL, 2008 p. 104). Ainda destacando as especificidades da metodologia supracitada, a observação sistemática permite ao pesquisador elaborar um plano bem definido que possa estabelecer o que deve ser observado, bem como a forma de registro destas informações (GIL, 2008, p. 104).

Na pesquisa documental, compreendida como procedimento que se utiliza da análise de documentos para compreensão e apreensão de um conjunto de dados (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). Nesse aspecto, foi realizado um levantamento das legislações que estão diretamente ligadas às políticas públicas de incentivos a matrizes energéticas nacionais e de eficiência energética, as quais estão devidamente elencadas em um banco de dados neste artigo de forma crono-

lógica, bem como uma análise aprofundada nas políticas estaduais, citadas no desenvolvimento deste artigo e em seguida uma comparação dessas políticas para identificar suas características correlativas.

Por fim, foi realizado um banco de dados com as políticas públicas que foram sancionadas no Brasil em ordem cronológica, considerando o recorte temporal de 40 anos, tendo como ponto inicial o final da década de 1970, momento em que as crises do petróleo “acenderam” um alerta na comunidade científica e na economia mundial que, em sua maior parte apresentavam uma dependência na geração de energia através dos combustíveis fósseis. Ao mesmo tempo que paralelamente o debate ambiental crescia e pautava a necessidade de revisão da dependência dos combustíveis fósseis extremamente poluentes e grandes liberadores de gases do efeito estufa (Gee).

Este capítulo é uma síntese do trabalho de conclusão de curso de Souto (2021), e decorre o seu desenvolvido dos Projetos de Pesquisas aos quais esteve vinculada, e que foram possíveis graças ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do (Projeto 1: Energias, riscos, vulnerabilidades e impactos socioambientais em cidades com empreendimentos energéticos renováveis no nordeste: o caso da energia eólica no Rio Grande do Norte (CNPq/Universal/Processo nº 437421/2018-0) e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela concessão de bolsa de iniciação científica voluntária, através do (Projeto 2: Cidades, energias e vulnerabilidades: um estudo dos impactos das energias renováveis no território do Rio Grande do Norte (Processo nº PVC15473-2018/UFRN), coordenados pela segunda autora deste capítulo.

O presente capítulo busca abordar o debate internacional acerca dos instrumentos e marcos regulatórios utilizados para legitimar todo o processo de construção da matriz elétrica nacional por meio de base renovável, destacando o Brasil como referência mundial na geração de energia considerada limpa, para tanto, será apresentado o novo modelo energético global, onde pontuamos o impacto ambiental da geração de energia não renovável em um contexto de mudanças climáticas em sua primeira parte. Em seguida, discutiremos a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável e o Brasil no contexto ambiental, e na sequência, uma análise aprofundada dos instrumentos sancionados no Brasil que serviram de elo jurídico para a construção de um modelo energético que se tornou referência internacional, e por fim, destacamos uma caracterização local com destaque para o Rio Grande do Norte, onde foram pontuados os marcos regulatórios utilizados no âmbito local e que serviram de componentes reguladores para a disseminação e consolidação de uma ma-

triz de base renovável que se tornou referência no Brasil, onde associada a esta introdução e considerações finais.

## **Novo modelo energético global no contexto de mudanças climáticas**

O novo modelo energético de geração de energia a nível global apresenta um paradigma tecnológico e inovador, a modificação dos métodos de geração de energia, dos sistemas de armazenamento e distribuição descentralizada seriam alguns dos desafios para atender a busca mundial na diminuição de emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE). Os elevados custos econômicos para a implementação de novas tecnologias e a inserção de políticas estratégicas direcionadas na mudança de uma matriz elétrica inteiramente renovável apresentariam a necessidade de uma nova perspectiva no uso dos bens de consumo e readequação dos já existentes. Segundo Souto (2021), a utilização dos combustíveis fósseis são em sua totalidade o único recurso para geração de energia em determinados países, havendo dessa forma uma centralização e dependência nos processos industriais e de geração de energia,

A utilização contínua dos combustíveis fósseis (Petróleo; carvão; gás natural) se tornou o principal recurso para os processos industriais e produção de energia elétrica, capaz de atender a demanda gradual de consumo, não havendo um padrão de declínio. Desta forma, ocorreu uma centralização na utilização do petróleo (fonte não renovável) como recurso natural essencial para a construção e consolidação da indústria de bens de consumo e energia. Ocasionalmente em uma sustentação energética global a base do “ouro negro” como única fonte preponderante de energia (SOUTO, 2021, p. 16).

A globalização e a busca pela industrialização de forma contínua sempre apresentaram características fundamentais no processo de consolidação econômica e tecnológica de países considerados desenvolvidos. “A década de 1950, período inicial da Terceira Revolução Industrial apresentou um impacto bastante significativo nos processos de industrialização, relações político-econômicas e questões socioambientais” (SOUTO, 2021, p. 16). “O rápido desenvolvimento industrial verificado durante o século XVIII impulsionou sobremaneira o uso indiscriminado de fontes não renováveis e poluentes de energia” (SOUZA, 2017, p. 182). “Os suprimentos de energia são fatores limitantes primordiais para o desenvolvimento econômico. O mundo tornou-se muito interdependente e, assim, o acesso aos recursos energéticos adequados e confiáveis é central para o crescimento da economia” (HINRICHS, 2017). Dessa forma, é notório observar que, a construção consolidada



de um modelo econômico internacional por meio dos processos de produção industrial através da utilização dos combustíveis fósseis (petróleo; carvão; gás natural), permaneceram como instrumento “exclusivo” de disseminação da geração de bens de consumo e principal meio de produção de energia elétrica, não havendo a adoção de novas práticas ou a inserção de novas tecnologias capazes de minimizar os impactos nocivos ao meio ambiente. Os países desenvolvidos que possuíam em sua matriz energética uma maior parcela de recursos energéticos por meio de combustíveis fósseis foram afetados diretamente pela Crise do Petróleo na década de 1970 (1973; 1974; 1979), sendo um dos principais fatores as intervenções políticas no Oriente Médio.

As intervenções políticas aplicadas como forma de retaliação dos países árabes produtores de petróleo, já organizados na OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), buscou fortalecer o econômico e político, organização da exportação e com isso obter controle dos preços praticados tornando-os cada vez mais interdependente no mercado internacional (MARINHO, 2010, p. 6).

Ainda com enfoque no processo de intervenção dos países da OPEP, Marinho (2010, p. 7) ressalta que:

Os Estados buscavam seus direitos legítimos de agir no mercado petrolífero até então totalmente dominado pelos grupos multinacionais das sete irmãs. Pela primeira vez, o petróleo foi utilizado como uma arma, tanto no embargo aplicado quanto na elevação abrupta do preço do barril que afetou diretamente a economia mundial.

O impacto ambiental por meio das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) é real, e vem sendo pontuado desde a década de 1970, recorte temporal que destaca o início das discussões da comunidade científica e ambientalista, apesar de ainda inexpressiva, sobre a Crise Ambiental Global e das Conferências Mundiais das Nações Unidas sobre Meio Ambiente. Souza (2017) por meio da concepção de Moreira (2013 apud SOUZA, 2017, p. 183) destaca:

A queima de combustíveis fósseis libera uma grande quantidade de energia, resultado do alto poder calorífico que apresentam. Essa energia é utilizada diretamente na realização de processos, ou é transformada e aproveitada posteriormente como energia mecânica ou elétrica. Os principais gases formados a partir da queima dos combustíveis fósseis são: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), e hidrocarbonetos (HC). Entretanto deve-se ressaltar que não é exclusividade da queima de combustíveis fósseis a emissão de gases de efeito estufa, outras atividades antrópicas são igualmente emissoras, como o agronegócio, e as queimadas.

O dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), principal gás subproduto da queima dos combustíveis fósseis, é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa que, segundo Mendes (2016), se destaca por ser um

Fenômeno que ocorre pelo acúmulo de gases na atmosfera, que impede a dissipação de toda a energia irradiada pela terra. Entretanto, um acúmulo maior de gases na atmosfera impede que haja dissipação adequada do calor, que se é refletido novamente para a superfície da terra, aumentando os níveis de temperatura.

Dessa forma, acaba impactando diretamente nas mudanças climáticas no planeta, sendo este fator preponderante para a mudança de perspectiva e inserção nas discussões globais nas principais Conferências sobre meio ambiente, onde a comunidade científica e organizações ambientais ressaltam os aspectos antropomórficos que se destacam e são responsáveis pela degradação da atmosfera. Conforme pontua Teixeira (2020, p. 1) sobre as mudanças climáticas, estas

[...] se configuram, senão na maior, em uma das principais problemáticas socioambientais contemporâneas em nível global, com evidências científicas que demonstram cada vez mais confiabilidade em relação às suas consequências drásticas e severas sobre as populações e o meio ambiente.

Com a urbanização, as cidades passaram a se tornar territórios com uma maior quantidade de problemas que intensificaram a degradação do meio ambiente, acrescentando especificidades ao fenômeno das mudanças climáticas. Porém, é indicado que as cidades, possuem a capacidade de implementação de Políticas Públicas com abordagens efetivas para modificar os impactos climáticos no âmbito local com viés de adaptativo, diferentemente de problemas em nível global, que requerem uma participação mais efetiva de nações. Contudo, a efetividade do papel das cidades, esbarra na perspectiva que autores pontuam, que “a adaptação climática depende de fatores como vontade política em adotar medidas adaptativas, e disponibilidade e capacidade de implementar os recursos existentes” (DI GIULIO, 2019 apud TEIXEIRA, 2020, p.470). Estes autores também pontuam que, “Apesar de a adaptação estar geralmente, integrada a políticas públicas, ações ou recursos já existentes, como mobilidade urbana, as respostas de adaptação climática estão integradas às políticas, meio ambiente e planejamento urbano, facilitando a adesão e o engajamento dos líderes locais” (DI GIULIO 2019 apud TEIXEIRA, 2020, p. 470). Todavia, requer capacidade de inovação, como sugere Andrade (2004, p.89-90), a partir das abordagens de Flichy (1995) e Maciel (1997),

O tema da inovação tem se mantido estreitamente ligado a preocupações de ordem econômica, como competitividade, pressões da demanda e investimento. Alguns autores têm chamado atenção para o desafio premente de se incluir variáveis socioculturais nas avaliações e estudos sobre a implementação da inovação em contextos locais e nacionais (FLICHY 1995; MACIEL 1997 apud ANDRADE, 2004, p. 89-90).

Nesse contexto, com o aumento do consumo energético e o surgimento da necessidade da inserção de novas tecnologias, fortalece-se, a partir de então, a noção de que o desenvolvimento precisa manter o crescimento econômico eficaz e sustentado a longo prazo, com melhorias nas condições sociais e na distribuição de renda, assim como no respeito ao meio ambiente. Sendo assim, Xavier et al. (2017, p. 273) destacam que:

Faz-se necessário que políticas públicas específicas sejam criadas para evitar que o crescimento econômico beneficie apenas uma minoria da população. Ainda como apontado pelo autor, o equilíbrio pode ser afetado negativamente pelo crescimento econômico, podendo inclusive restringi-lo no longo prazo, sem que haja políticas ecologicamente prudentes que foquem o aumento da eficiência ecológica e reduza, então, o risco de perdas ambientais potencialmente significativas.

Por fim, vale salientar que, nesse contexto de compreensão a nível global, na tentativa de minimizar os impactos da degradação do meio ambiente através dos gases do efeito estufa (GEE), a utilização massiva dos recursos naturais de forma predadora e a permanência de hábitos controversos na geração de energia, torna-se extremamente necessário fortalecer a construção de um desenvolvimento sustentável (DS) a longo prazo, com medidas locais, de modo que, complementando ações já estabelecidas implementando instrumentos de regulamentação e fiscalização, aperfeiçoando o processo produtivo na geração de energia por meio de uma matriz renovável, controlando assim a emissão descontrolada de poluentes na atmosfera.

## **Meio ambiente e políticas públicas de incentivos para o desenvolvimento de energias renováveis**

A introdução ao debate público internacional por meio do Relatório de Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” em 1987, acerca do conceito de desenvolvimento sustentável (DS) segundo a ONU (2021), estabelece que:

Em sua essência, é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial da necessidade humana. (ONU, 2021)

Essa mudança de perspectiva a nível global legitimou discussões e provocou a reorientação na efetivação da gestão ambiental dos países, através da criação de Políticas Públicas Estratégicas de Desenvolvimento, como se observa no caso brasileiro.

No Brasil, a gestão ambiental foi instituída pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por meio da Lei Federal nº 6938, de agosto de 1981, que, em seu inciso I no Art. 4, destacava: “À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico”. Mas, é somente com a Constituição Federal de 1988, que se abre caminhos para a efetivação do conceito de desenvolvimento sustentável, que apresenta o capítulo VI direcionado à proteção do meio ambiente, dando legitimidade a nível nacional e materializando as discussões internacionais. De acordo com o Art. 225, “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Diante das características abordadas na noção de Desenvolvimento Sustentável nos primeiros marcos regulatórios nacionais que abordam o meio ambiente como título de ordem econômico-social e ampliando a discussão para a inserção dessa perspectiva na implementação de Políticas Públicas Estratégicas e de Incentivos, Xavier et al. (2013, p. 4), sob a percepção de Leuzinger e Cureau (2008), enfatizam que,

Quando se fala em proteção, não se está pretendendo a estagnação econômica ou a não utilização absoluta dos recursos naturais, pois os seres humanos são totalmente dependentes dos elementos que a natureza lhes oferece e é a medida da sua exploração que deve ser levada em consideração, a fim de que não se esgotem os recursos naturais, renováveis ou não, mantendo-se um nível aceitável de sua utilização, para que deles possam desfrutar não apenas as presentes, mas também as futuras gerações. (XAVIER, 2013, p.4)

A disseminação de infraestruturas e protocolos para a implementação das fontes renováveis de energia apresenta peculiaridades se comparada às fontes tradicionais de energia por meio dos combustíveis fósseis, retratam modificações econômicas, sociais e ambientais. Tais características envolvem marcos regulatórios precisos e processos de incentivos adequados, capazes de reestruturar processos de regulamentação ambiental, fiscal e que possam estimular o desenvolvimento econômico com a inserção de novas tecnologias. As políticas públicas de incentivos para o desenvolvimento da implementação das matrizes energéticas renováveis, possuem uma importância preponderante para a execução das atividades econômicas, sendo um facilitador para o fomento inicial do setor energético nos países, uma vez que a legislação local pode apresentar ferramentas de controle e limitar o acesso a regiões, prejudicando a implementação dos empreendimentos. Neto (2015, p. 39) complementa que, “essas políticas são fundamentais para o desenvolvimento em larga escala, uma vez que o apoio governamental através das políticas permite a existência de um cenário favorável ao desenvolvimento do setor e aos investimentos no mesmo”. Por fim, Neto (2015), através da percepção de Souza (2013), destaca que,

As principais políticas de incentivo em âmbito nacional, responsáveis por promover o desenvolvimento da energia eólica nos principais países, são os investimentos públicos, os financiamentos ou os empréstimos, a redução de impostos para financiamentos, os incentivos fiscais concedidos para a geração, os leilões, a aplicação das taxas/tarifas *feed-in* e, ainda, o sistema de ações/cotas (NETO, 2015, através da percepção de SOUZA, 2013, p. 39).

Dentre as medidas que podem favorecer a ascensão dos empreendimentos de base renovável, estão os incentivos fiscais e tributários como objeto para o desenvolvimento regional, além de linhas de créditos financeiros que possibilitem investimentos. A seguir, após um levantamento de informações com base nos autores estudados, caracterizam os instrumentos de incentivo à implementação de empreendimentos renováveis nos países (Quadro 1).

**Quadro1** – Caracterização dos instrumentos de incentivos

<b>Instrumentos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Características</b>
Incentivos ou subsídios fiscais	Reduzir custos de produção e consumo de eletricidade limpa	Medidas que servem para atração de instrumentos para o desenvolvimento da atividade econômica.
Feed-in tariffs	Tornar a produção de eletricidade limpa atrativa aos produtores	Esquema financeiro que assegura um preço premium aos produtores
Sistema de Cotas	Ampliar a oferta de eletricidade limpa	Impõem metas anuais de produção e distribuição de eletricidade limpa às concessionárias de eletricidade
Certificado-Verde	Ampliar o uso da eletricidade limpa, impondo obrigação aos consumidores e produtores	Combina certificação
Fundo de Energia Renovável	Apoiar ações específicas de apoio ao consumo e produção de energia limpa, inclusive P&D	Os recursos vêm, sobretudo, das multas relacionadas ao não cumprimento de metas de aumento da oferta de energia limpa ou redução de consumo de energia convencional
Sistema Voluntário de Energia (Net Metering)	Angariar recursos adicionais dos consumidores dispostos a pagar mais por energia limpa com vistas a reduzir o uso de recursos públicos	Atua através da mobilização do interesse e apoio dos consumidores. Também é uma ferramenta para promover ações conjuntas entre o setor público e privado

**Fonte:** Elaborado pelos autores, adaptado de Neto (2015) e Camillo (2013)

Diante dos mecanismos utilizados para estruturar as Políticas Públicas no âmbito das Energias renováveis, o Planejamento Estratégico tornou-se o principal modelo de gerenciamento desses instrumentos de incentivo, apresentando um papel central para a disseminação de projetos que viabilizassem a criação de políticas estruturadas. Souto (2021) sob a concepção de Bajay (2006), destacou que,

Cabe ao planejamento energético analisar diferentes contextos macroeconômicos, sociais, ambientais e políticos plausíveis no futuro e sobre os quais os tomadores de decisão de hoje pouco ou nenhum controle possuem. É nesse contexto que se situam, por exemplo, as já tradicionais cenarizações sobre crescimentos alto, médio e baixo da economia e cenários envolvendo melhorias na distribuição de renda, ou incrementos substanciais na competitividade da indústria local, e cenários de mudanças climáticas. O planejamento energético não termina com a elaboração de um plano e das respectivas metas de suprimento energéticos, economias de energia, níveis de investimentos, etc. (BAJAY, 2006)

No Brasil, as Políticas Públicas de Incentivo Energético apresentaram características semelhantes aos mecanismos de incentivos, com enfoque no planejamento energético nacional na expansão da matriz energética e diversificação da matriz elétrica. Desde a década de 1970 o Brasil sancionou marcos regulatórios que visavam estruturar o setor energético nacional. O tópico a seguir destaca o progresso dessas Políticas Públicas sancionadas no Brasil que viabilizaram a descentralização energética nacional.

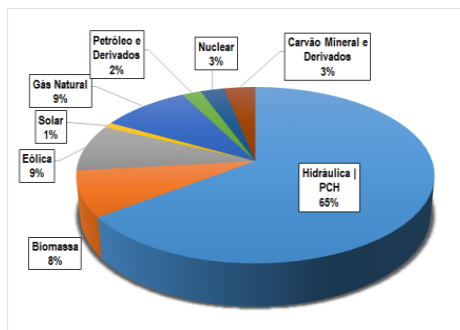
## **Políticas Públicas de incentivo à eficiência energética no Brasil**

A questão ambiental, tanto global quanto local, e os recentes avanços tecnológicos transformaram as energias renováveis na escolha prioritária para a expansão de capacidade de geração elétrica (LOSEKANN et al. 2016, p. 631). O avanço tecnológico e a necessidade da inserção de novos meios de geração de energia se tornaram fatores preponderantes para a criação de instrumentos e marcos regulatórios capazes de construir matrizes energéticas de base renovável a um baixo custo, se comparada a década de 1990, onde estudos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) ainda estavam sendo realizados pela comunidade científica, para minimizar o impacto ambiental oriundo da utilização dos combustíveis fósseis (Petróleo; Carvão; Gás Natural). Losekann et al. (2017), por meio da análise de Irena (2017), abordam que,

Desde 2012, a instalação de capacidade de renováveis ultrapassou a instalação das não renováveis de forma crescente. Em 2015, a capacidade instalada de renováveis representou 61% da capacidade total adicionada no mundo. Esse aumento das renováveis no mundo se deve principalmente ao aumento das novas tecnologias de energia renováveis; em especial, eólica e solar. Em 2015, o aumento da capacidade instalada das duas fontes mais importantes das novas energias renováveis, solar e eólica, superou a hidráulica pela primeira vez. (LOSEKANN et al. 2017, p.631, sob a perspectiva de IRENA 2017).

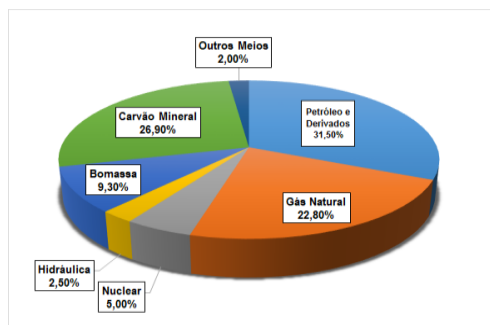
O Brasil, desde a década de 1970, apresenta características que favoreceram a implementação de Políticas Públicas e mecanismos que estruturaram o setor energético, além de ser referência no cenário internacional com 83% da matriz elétrica renovável. “O Brasil tem uma das maiores infraestruturas de geração centralizada do mundo, principalmente devido à participação de hidrelétricas de grande porte na matriz nacional” (CEMIG, 2012, p. 208).

**Gráfico 3**—Matriz Elétrica Nacional (2019)



Fonte: EPE, BEN 2020, SOUTO (2021)

**Gráfico 4:** Matriz Elétrica Mundial (2018)



Fonte: EPE, IAE (2020), SOUTO (2021). Adaptado pelo autor.

“O cenário abordado potencializa a influência da biodiversidade, localização geográfica e condições favoráveis do Brasil para a geração de energia elétrica através de uma matriz elétrica renovável” (SOUTO, 2021, p. 27). “Por sua vez, a matriz energética brasileira conta com posição privilegiada para acomodar uma expansão significativa de energias renováveis intermitentes, características das novas renováveis, como solar e eólica” (LOSEKANN et al. 2017, p. 635). Além, desses aspectos, Souto (2021, p. 24-25) aborda que,



No contexto energético internacional após a crise do Petróleo na década de 1970 (1973; 1974; 1979), a mercadoria energética tornou-se um produto indispensável no desenvolvimento contínuo, na cadeia produtiva e na oferta de bens de consumo e serviços, desta forma, os debates acerca da segurança energética ganharam força. Um novo modelo energético, descentralizado, diversificado, sustentável e capaz de atender a demanda interna, foram fatores determinantes para a inserção de novas tecnologias que favorecessem o desenvolvimento de uma nova matriz energética.

Visto o potencial nacional tanto eólico quanto solar, o Brasil criou mecanismos de incentivos à promoção dessas fontes energéticas. Os principais elementos desses mecanismos são os contratos de longo prazo estabelecidos através dos leilões. (LOSEKANN et al. 2017, p.635). Souto (2021, p. 31) destaca que a participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) chegou a ser fundamental, quando aborda que

As linhas de crédito de investimentos para produtores de energia estimulou a participação nacional por meio dos pequenos e médios produtores e energia, empresas do segmento da construção civil e grupos internacionais consolidados no segmento energético internacional.

No Brasil, no início da década de 1980, começa a formulação de políticas públicas de incentivo à eficiência energética, através do Ministério de Minas e Energia (MME), como políticas governamentais energéticas estratégicas, para promover o consumo adequado e a reestruturação em sua matriz energética. No país, existe um conjunto de políticas públicas nacionais (Quadro 2) que descrevem a influência da matriz energética e sua importância para o desenvolvimento sustentável através de mecanismos de gerenciamento, acompanhamento e controle. Portanto, para que seja elucidado, foi realizado um levantamento dos instrumentos sancionados no Brasil com um recorte temporal de 40 anos, no qual se destaca a progressão dos marcos regulatórios em consonância com a demanda definida naquele dado tempo.

**Quadro 2** – Evolução dos Instrumentos para o Desenvolvimento do Setor Energético Nacional (1980-2021)

Ano	Lei	Instrumentos de Desenvolvimento	Objetivo da Política
1975	Decreto nº 76593 de 14 de Novembro de 1975	Programa Nacional do Álcool	O Programa visava a substituição em larga escala dos derivados do petróleo e evitar o aumento do uso de combustíveis fósseis reduzindo a dependência externa.
1981	Portaria MIC/GM 46 DE 1981	Programa Conserve	O Programa visava promover a conservação de energia na indústria, o desenvolvimento de produtos eficientes e a substituição de energéticos importados por fontes nacionais.
1982	Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica (até o ano 2000)	Plano 2000	Indicar, a nível regional, fontes alternativas de energia que mereçam ser consideradas para complementar o atendimento dos requisitos de energia elétrica em sistemas interligados, ou atendê-los totalmente, quando em sistemas isolados.
1982	Decreto nº 87.079	Programa de Mobilização Energética (PME)	Racionalizar a utilização da energia obtendo a diminuição do consumo dos insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais.
1985	Instituído pela Portaria interministerial nº 1.877.	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)	Promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. As ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia

1991	Decreto de 18 de Julho - Art. 84 Inciso VI da Constituição.	Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (COMPET)	Racionalizar o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural; reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera; promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; e fornecer apoio técnico para o aumento da eficiência energética no uso final da energia.
1993	Plano 2015 Eletróbrás (Lançado em 1994)	Plano Nacional de Energia	1ª Política com características de incentivo à pesquisa e desenvolvimento (P&D) energético a longo prazo.
1996	Lei Federal nº 9427, de 26 de dezembro de 1996	Criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Art 2º. A ANEEL tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas públicas e diretrizes do Governo Federal.
1997	Decreto nº 2335 de 6 de outubro de 1997.	Instrumento que complementa a Lei Federal nº 9427.	Aprovação da Estrutura Regimental e quadro demonstrativo dos cargos em comissão e funções.
1997	Lei nº 9.478	Política Energética Nacional (PEN)	Nesta lei ficam determinados os princípios da PEN em relação ao aproveitamento racional das fontes de energia, visando à conservação energética e à preservação do meio ambiente.
2001	Lei nº 10.295	Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia	Por meio dessa lei se estabeleceu que o Poder Executivo ficaria responsável por desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética de máquinas e equipamentos fabricados e comercializados e das edificações construídas no país.
2001	Resolução nº 24	Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEOLICA)	Viabilizar a implantação de 1.050 MW, até dezembro de 2003, de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, integrada ao sistema elétrico interligado nacional e promover o aproveitamento da fonte eólica de energia, como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental;

2002	Lei nº 10438	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)	Aumentar a participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos a biomassa) na produção de energia elétrica, privilegiando empreendedores que não tenham vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição.
2003	Lei nº 10762 de 11 de novembro de 2003.	Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica (CONFAZ)	Programa destinado a suprir a insuficiência de recursos decorrente do adiamento da aplicação do mecanismo de compensação de que trata a 1ª Medida Provisória nº 2227 de 4 de setembro de 2000, para os reajustes e revisões tarifárias realizados entre 8 de abril de 2003 e 7 de abril de 2004, por meio de financiamento a ser concedido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
2004	Lei 10.847 de 15 de Março de 2004	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com a finalidade de prestar serviços de área de estudos e pesquisas a subsidiar o planejamento do setor energético.
2004	Decreto 5184 de 16 de Agosto de 2004.	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com a finalidade de prestar serviços de área de estudos e pesquisas a subsidiar o planejamento do setor energético.
2012	Resolução Aneel nº 482/2012	Sistema de Compensação de Energia	Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.
2019	Decreto nº 9864 de 27 de junho de 2019	Comitê Gestor de Indicador e Níveis de Eficiência Energética	Regulamenta a Lei nº 10295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética.

**Fonte:** Instrumentos sancionados pelo Governo Federal (1980-21).

Elaborado pelos autores. Adaptado de Souto (2021)

Nessa perspectiva, os autores notam a presença de um ambiente favorável para a implementação de ampliação de uma gestão governamental estratégica no setor energético do Brasil, com notoriedade na elaboração de instrumentos legais de incentivo à utilização e geração descentralizada de energias por fontes renováveis. As políticas públicas de incentivo em âmbito nacional e estadual promovem o desenvolvimento do setor energético, uma vez que, o cenário favorável estabelece a consolidação dos projetos e ações de desenvolvimento local, além de reestruturar um cenário ideal que poderia ser desenvolvido em âmbito municipal com melhoria na infraestrutura, dinamização e fluxo logístico local, além do estímulo à formação de mão de obra qualificada.

O fato é que o setor público federal apresentou uma contribuição singular para o desenvolvimento da matriz energética nacional através de programas de incentivo como o PROEÓLICA (2001) e o PROINFA (2002). Eles, por exemplo, foram essenciais para dar início aos projetos de avanço tecnológico, eficiência energética e aumento nos índices de produção de energia limpa, tendo em vista que, 60% da fonte de energia no país é através de hidrelétricas, conforme dados da ABEEÓLICA (2019). Sendo assim, o cenário permaneceu ainda mais favorável para a busca de desenvolvimento e fascínio de investidores e empresas de toda cadeia produtiva da área.

O PROEÓLICA gerou uma demanda significativa pela construção e outorga de parques eólicos: a ANEEL afirma que, em janeiro de 2002, um ano depois de sancionado o programa, havia o registro de 38 empreendimentos eólicos autorizados, que somavam 3.338 MW (ANEEL, 2002). Entretanto, o programa não obteve o sucesso desejado, porque não conseguiu efetuar a instalação de capacidade instalada dentro do período desejado devido ao curto prazo de implantação dos projetos, de dois anos e meio (GAVINO, 2011).

Já o PROINFA, revisado pela Lei nº 10.762/2003 e regulamentado pelo Decreto nº 5.025/2004, apresentou uma consistência mais atrativa para investidores na medida em que, paralelamente ao BNDES, criou um programa de apoio a investimentos em fontes alternativas renováveis de energia elétrica para empresa de geração que possuíam Contratos de Compra e Venda de Energia (CCVE) com a Eletrobras no âmbito do PROINFA.

O montante financiável, inicialmente, era de 70% do investimento do projeto, que posteriormente seria estendido para 80%, com exceção dos bens e serviços importados e dos custos com o terreno. Os contratos eram para projetos específicos com início da operação até dezembro de 2006, com duração de 20 anos (ALVES, 2010; SIMAS, 2012).

## Políticas Públicas de incentivo às energias renováveis no Rio Grande do Norte

A evolução dos marcos regulatórios em nível nacional que serviram de direcionamento para a descentralização da matriz energética, o financiamento e incentivo ao desenvolvimento do segmento no país, apresentou um crescente dinamismo, destacando pontos centrais peculiares de cada período político e econômico. Tendo em conta todo o processo de desenvolvimento no cenário nacional, se faz necessário destacar como são desenvolvidos os instrumentos na perspectiva estadual, conduzindo a discussão para o recorte territorial no Rio Grande do Norte. Obter um detalhamento das Políticas Públicas estaduais que apresentam consonância com as medidas sancionadas em nível federal, tem por finalidade identificar o impacto do Planejamento Energético objetivado no início dos anos 2000.

O estado do Rio Grande do Norte apresenta especificidades naturais que favorecem a construção de empreendimentos de base renovável, principalmente para a implantação de Complexos Eólicos Onshore, sua localização geográfica e os ventos contínuos, proporcionam a geração de energia de forma permanente. Com base em um estudo feito pela Petrobras, Santana (2011) explica que,

O Estado do Rio Grande do Norte apresenta em praticamente toda a zona costeira condições favoráveis à implantação de Aerogeradores, com ventos cuja velocidade se apresenta razoavelmente constante em direção e sentido, com módulo acima de 4m/s. Há ao menos um estudo, inclusive, que aponta o Estado como o de maior potencial eólico do Nordeste.

Segundo informações de Souto (2021), sob os dados disponibilizados pela ANEEL (2005), “Dos 51 Parques previstos para a entrada em operação em 2006, apenas 1 não apresentou impedimento”, sendo ele o Parque Eólico de Rio do Fogo. E confirmando esse pioneirismo em nível nacional, o GRUPO NEOENERGIA (2021) destaca o Parque Eólico como “o primeiro projeto de energia eólica a ser incentivado pelo PROINFA que possibilitou a construção do empreendimento com o financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES)” (ANEEL 2005; GRUPO NEOENERGIA E IBERDROLA 2021). Ainda sob argumentos pontuados por Souto (2021), Com o insucesso ocorrido na execução dos primeiros projetos por meio do PROINFA, devido ao tempo de construção e outros fatores burocráticos que acabaram inviabilizando a execução dos projetos supracitado, foi realizada a criação de um novo modelo, conforme destacado por Dutra (2005, p. 861),

Criado pela Lei nº 10.848/2004, o novo modelo do setor elétrico baseia-se em: regras estáveis, segurança e modicidade tarifária. A questão da modicidade tarifária se dá através de leilões públicos onde vence aquele agente que oferecer a menor tarifa ao consumidor. Além das restrições tarifárias, às fontes alternativas participantes do Proinfa deverão competir entre si pela parcela do mercado estipulada pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Conforme descrito por Souto (2021), o Estado do Rio Grande do Norte vem apresentando dificuldades na implementação de Políticas Públicas de Incentivos para a construção de empreendimentos renováveis, apesar do pioneirismo e dos resultados positivos nos primeiros leilões, o autor destaca que,

Diante da consolidação da matriz elétrica renovável e de ter se tornado referência nacional em produção de Energia por meio da geração eólica, alguns problemas passaram a prejudicar o Rio Grande do Norte nos leilões para a aquisição de novos projetos. A ausência de incentivos diretos por parte do Governo do Estado, quantidade pequena de indústrias para a obtenção de insumos necessários, ausência de linhas de transmissão e políticas públicas efetivas que viabilizassem com agilidade a entrega de projetos em tempo hábil, fez o RN perder a oportunidade de expandir ainda mais a quantidade de parques em operação, favorecendo estados como Bahia e Ceará. Até o ano de 2015 os Programas Estaduais utilizados para regulamentar alguns processos no segmento energético renovável no estado eram o PROADI e o PROGÁS, porém, precisaram se readequar para que os novos empreendimentos energéticos de base renovável como Eólico e Solar fossem beneficiados (SOUTO, 2021, p. 36).

O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Industrial do Rio Grande (PROADI) é uma Lei estadual de nº 7.075, de 17 de novembro de 1997, conforme destacado em seu “Art.2º Destina-se a assegurar a concessão de financiamento a empresas industriais, sob a forma de contrato mútuo de execução periódica, através de instituição financeira oficial credenciada pelo Governo do Estado”.

O PROGÁS, Lei Estadual de nº 7059 de 18 de novembro de 1997, é um programa de apoio ao desenvolvimento econômico do Rio Grande do Norte, instituído pelo governo do Estado, Segundo seus Art. 1º e 2º respectivamente: “Fica criado o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Industrial pelo Incentivo do gás natural (PROGÁS), com o objetivo de fomentar o desenvolvimento industrial do Estado” e “O PROGÁS destina-se à concessão de incentivo a indústrias utilizadoras de gás, que forem consideradas prioritárias para o desenvolvimento do Estado, conforme critérios estabelecidos em regulamento”.

A julgar que os programas utilizados por parte do Governo do Estado são datados da década de 1990, e suas diretrizes de forma geral associava apenas a indústria como centro das suas ações, a realidade estrutural e regulatória do RN na época era dissemelhante ao atual desenvolvimento, logo após a instalação do 1º Parque Eólico em território potiguar, sendo assim, houve a necessidade de efetuar uma readequação dos Programas para que suas orientações e diretrizes pudessem envolver o Setor Energético, portanto, dos anos 2000 até meados de 2015 o PRO-ADI chegou a receber algumas modificações para que fosse consolidada sua readequação e inserção no segmento.

Com a regulamentação do 1ª Leilão de Energia Reserva (LER) realizado pelo Governo Federal no dia 25 de novembro de 2009, os incentivos no Brasil para fomentar projetos de empreendimentos renováveis como as Centrais Geradoras de Energia Eólica, Solar e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) unificaram as regiões do país, com projetos de geração de energia interligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), viabilizando um maior incentivo a liberação e construção de Projetos no Rio Grande do Norte. Desta forma, a partir de 2017 os primeiros Projetos de Políticas Públicas direcionados para o segmento energético começaram a ser sancionados no estado, como Projetos de Lei e Planos Estratégicos governamentais.

Por fim, Souto (2021, p. 38) ainda destaca três políticas públicas sancionadas no estado após o ano de 2015 que tinham por objetivo fomentar a inserção de novas empresas na tentativa de consolidar e incentivar novos investimentos no estado do RN: A Lei nº 10.163 de 21 de fevereiro de 2017, a Política Estadual de Geração Distribuída em Energias Renováveis; O Plano de Energia Elétrica do RN e seus eixos integrados de desenvolvimento (2017); e o Decreto nº 29.420, de 26 de julho de 2019, o Programa de Estímulo ao Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (PRO-EDI, 2019), esta última apresenta as seguintes especificidades,

Art. 2º Será concedido crédito presumido do ICMS ao estabelecimento industrial localizado no Rio Grande do Norte que atenda às condições e aos requisitos estabelecidos neste Decreto, nos seguintes percentuais, aplicados sobre o saldo devedor, apurado em cada período fiscal, como redutor do imposto de responsabilidade direta (RIO GRANDE DO NORTE, 2019).

Inciso III - Fabricação de equipamentos para a geração de energia eólica e solar (RIO GRANDE DO NORTE, 2019)

O PROEDI é o instrumento regulatório que, apesar de não se aplicado especificamente para a geração e distribuição de energia, oferece incentivo direto para empresas do segmento que fabricam



equipamentos para os empreendimentos renováveis, contribuindo diretamente para fomentar a atração de indústrias para o território do Rio Grande do Norte, com desconto superior a 80% do ICMS. A política foi sancionada pela atual Governadora Maria de Fátima Bezerra (SOUTO, 2021 p. 38).

Os instrumentos regulatórios e as Políticas Públicas de caráter estadual apresentam uma relevância significativa para o gerenciamento e controle das ações de incentivo, pois fomentam o desenvolvimento local. A construção de um Setor Energético fortalecido estimula diretamente a consolidação e estruturação do Potencial energético do Rio Grande do Norte, portanto é imprescindível que o Poder Público passe a assegurar medidas que, gradualmente gerencie mais adequadamente o Setor Energético do RN, proporcionando uma maior regulamentação, visando o desenvolvimento local e socioambiental.

## **Considerações finais**

É perceptivo um avanço importante nas políticas públicas de incentivo para reestruturar a matriz energética do país; desde a década de 1980 o Brasil vem apresentando um interesse singular na elaboração de legislações que favorecessem a eficiência energética e a ascensão das fontes alternativas de energia, principalmente no Nordeste do país. Entretanto, esses avanços parecem não estar acompanhados de um planejamento mais sistemático que pudesse repercutir em cenários de crises na produção em cenários de ascensão do consumo energético.

Entretanto, é importante considerar que quando essa visão global é inserida no desenvolvimento local, os resultados são diferentes, uma vez que os atores sociais influenciam de outras formas e o ambiente de estudo das políticas públicas de incentivo passa a ser escasso, prejudicando diretamente a implementação de ações consolidadas. Esse aspecto pode ser observado no estado do RN, um dos líderes nacionais na capacidade instalada e de energia eólica nas últimas décadas, seguindo nesse momento com projetos para expansão de plantas de usinas fotovoltaicas. No entanto, nos últimos leilões, observa-se maior competitividade entre os estados do Nordeste, notadamente na disputa para atrair mais investimentos de instalação de empreendimentos energéticos renováveis, com destaque para a Bahia e Ceará, que disputam com o Rio Grande do Norte a liderança neste segmento produtivo no contexto regional e nacional. Desse modo, cabe ao Governo do Estado buscar maneiras para manter ágeis os processos que envolvam a implementação e reestruturar políticas que hoje encontram-se defasadas pelo tempo, como as políticas públicas, o PROADI, atualmente PROEDI e o PROGÁS, que, por

sua vez, ainda permanecem sendo utilizadas para legislar ações que envolvam a promoção da produção de energias no território potiguar. No entanto, o estado ainda não conta com sua política estadual energética bem como normativos mais claros para implantação dos empreendimentos energéticos, devidos as lacunas que os mecanismos de controle ambiental, como o licenciamento ambiental, para mediar os impactos e conflitos gerados por esses empreendimentos.

A solução desses problemas terá por consequência que o estado busque aumentar sua competitividade nos futuros leilões e estimule a melhoria na infraestrutura e logística adequada, para que investidores nacionais e internacionais possam se sentir atraídos com o intuito de fomentar o desenvolvimento local através do potencial energético ainda a ser explorado. Contudo, que também fique atento à extensão dos impactos socioambientais que podem os empreendimentos energéticos provocar nos territórios onde se instalam e consequentemente ampliar contextos de conflitos.

## Referências

ABEEÓLICA—Associação Brasileira de Energia Eólica. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3NTAQA7>. Acesso em: 17 jul. 2019.

ABEEÓLICA, Diretoria Técnica da. **Diagnóstico Situacional Mensal da Produção de Energia Eólica no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3KliGFg>. Acesso em: 18 ago. 2019.

ABEEÓLICA. **ABEEólica**: perfil institucional. 2019. Disponível em: Acesso em:

ABEEÓLICA. **Descrição da Instituição ABEEólica**. 2019. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 06 abr. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas da energia eólica**. Disponível em: <https://bit.ly/3jdSXCv>. Acesso em:

AGRA NETO, João. **Políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento da energia eólica no Rio Grande do Norte**. 2015. 264f. Dissertação (Mestrado em) – Curso de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

ALBAGLI, Sarita; MACIEL, Maria Lucia (org.). **Informação e conhecimento na inovação e no desenvolvimento local**. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cj/v33n3/a02v33n3.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

ALVES, José Jakson Amancio. Análise regional da energia eólica no Brasil. 2010. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 6, 2010.

ANDRADE, Thales de. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 89-105, 2004.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2005. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica. 2005. BRASIL. **Lei nº 10762 de 11 de novembro de 2003**. Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica, altera as Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 10295 de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras Providências.

BRASIL. **Lei nº 10438 de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFRA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998.

BRASIL. **Resolução nº 24 de 5 de julho de 2001**. Dispõe Sobre a Criação do Programa Emergencial de Energia Eólica—PROEÓLICA. 2001.

Cemig – Minas Gerais. **Alternativas energéticas**: uma visão Cemig. 2012. Gerência de Alternativas Energéticas. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2021.

DUTRA, Ricardo Marques; SZKLO, Alexandre Salem. **A energia eólica no Brasil**: Proinfra e o Novo Modelo do Setor Elétrico. 2005. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/artigo/CBE\\_XI-Artigo2.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/artigo/CBE_XI-Artigo2.pdf). Acesso em: 30 abr. 2021.

FREEMAN, C. The economics of hope. London, Pinter, 1992. Economics of industrial innovation, Cambridge, MIT, 1982.

GIL, C. A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2002. Disponível em: <https://bit.ly/371YzO7>. Acesso em: 18 ago. 2019.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **REthinking Energy** 2017. Abu Dhabi: Irena, 2017.

LEUZINGER, Márcia Dieguez; CUREAU, Sandra. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle. **Novas renováveis no Brasil**: desafios e oportunidades. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3NX8AN5>. Acesso em: 06 jul. 2021.

MARINHO, Havana Alicia de Moraes Pimentel. **Estados Unidos**: o contexto dos anos 1970 e as crises do petróleo. 2010. Disponível em: <https://bit.ly/37jv7mx>. Acesso em: 11 abr. 2021.

NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. de; CUNHA, S. K. d. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, 10(3), p. 630-651, 2012.

O RELATÓRIO DE BRUNDTLAND. **A ONU e o Meio Ambiente**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 15 jul. 2021.

POUPART, J. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos.

SANTOS, Caroline Souza dos. **Percepção em movimento**: 2018. Disponível em: PROGRAMA GOVERNO CIDADÃO. **Planejamento estratégico de estruturação do parque científico e tecnológico do Rio Grande do Norte**. 2019.

SANTANA, Julie Catherine Siqueira; RIBEIRO, Maria Eduarda de Oliveira; SOUZA, Paulo Roberto de Azevedo; SOUZA, João Paulo Silva de; PERES, Silane Mattos. **O uso e produção da energia limpa como método de preservação ambiental sustentável**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3JgkFTS>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SANTOS, Caroline Souza dos. **Percepção em movimento**: análise das transformações em Galinhos – RN à luz da implementação dos parques eólicos. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/371Rrhq>. Acesso em: 06 abr. 2020.

SIMAS, M. S. Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma Matriz Insumo-Produto Ampliada. 2012. 220f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, Kathy Aline de Medeiros; XAVIER, Yanko Marcius de Alencar (org.). **A utilização da senegias renováveis para a consolidação do desenvolvimento sustentável**. 2013. (Série Direito dos Recursos Naturais e da Energia). Disponível em: <https://bit.ly/3jrAJhz>. Acesso em: 05 jul. 2021.

SOUTO, Phlidmann Delfino. **Políticas públicas e energias renováveis no RN**: reflexões do caso de Rio do Fogo. 2021. 55 f. TCC 0 – Curso de Gestão de Políticas Públicas, Departamento de Políticas Públicas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

SOUZA, Francisco das Chagas de. **Energia eólica**: desenvolvimento energético e os conflitos socioambientais inerentes à modalidade energética. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariadodevisu/article/view/378/241>. Acesso em: 29 maio 2021.

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes. **Política Externa para as Mudanças Climáticas**: Uma Análise das NDCs do Brasil e do México. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/36T2pcv>. Acesso em: 15 Julho 2021

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes; PESSOA, Zoraide Souza; GIULIO, Gabriela Marques di. **Cidades, Mudanças Climáticas e Adaptação: Um Estudo de Caso de Natal/RN, Brasil**. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/download/72897/42116>. Acesso em: 15 jul. 2021.

VITOR, Rodrigo Ribeiro. **A energia eólica e sua relação com o desenvolvimento sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://bit.ly/3r5bnKw>. Acesso em: 16 jul. 2019.

XAVIER, Yanko Marcius de Alencar et al. **Direito, desenvolvimento e meio ambiente**. Salvador: Motres, 2017. p. 270-276.

# Energia eólica, sustentabilidade e desenvolvimento local em municípios do Rio Grande do Norte

*Zoraide Souza Pessoa*

*Loren Cassiane Souza Silva*

*Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira*

*Ana Célia Baía Araújo*

*Edilza Paula Queiroz Alves*

*Eric Mateus Soares Dias*

*Phlidmann Delfino Souto*

## Introdução

**A**S MUDANÇAS CLIMÁTICAS, decorrentes de ações antrópicas, alteram as dinâmicas naturais do planeta e repercutem nas condições socioambientais das cidades. A corrida por novas fontes de energia, sejam estas renováveis ou não renováveis, tem provocado conflitos socioambientais em algumas regiões, pois a matriz energética dominante, dos combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural), abastece cidades e dão suporte ao modo de vida urbano, porém colocam em risco a própria civilização. O progresso aparente do desenvolvimento urbano e econômico e seus impactos socioambientais reforçam as causas da problemática do aquecimento global e das mudanças climáticas.

Entretanto, os combustíveis fósseis intensificam os impactos das mudanças climáticas pois liberam gases do efeito estufa (GEE). Esses, prejudicam a atmosfera e implicam em riscos socioambientais, principalmente para as populações de classes sociais mais baixas. Além das práticas das indústrias em operação, várias outras práticas danosas ao meio ambiente dão suporte aos processos produtivos e possibilitam a extração de recursos naturais insustentável para o meio ambiente, como as queimadas, descarte inadequado de resíduos sólidos e o desmatamento (que no Brasil é a principal origem das emissões do GEE). Essas práticas potencializam as mudanças no clima, tornando emergente a transição para uma matriz energética renovável e mais sustentável, que possam suprir as necessidades industriais, mas que possam mitigar o avanço das mudanças climáticas e causem menos impactos.

Nesse contexto, a energia eólica é apontada nas discussões acadêmicas e governamentais internacionais como alternativa que promoveria interações mais

resilientes, adaptáveis, mitigadoras e socioeconomicamente sustentáveis entre desenvolvimento econômico, questões sociais e meio ambiente.

Contudo, ainda é questionada a efetividade da redução de impactos na utilização dessas matrizes e, conseqüentemente, se poderiam reduzir também os riscos que implicam em situações de vulnerabilidade socioambiental nas cidades. O Brasil se destaca no cenário energético internacional com a produção de energias renováveis devido ao seu potencial de recursos naturais para essas matrizes. Em sua porção litorânea, o Rio Grande do Norte se destaca na capacidade de geração eólica e solar, porém enfrenta uma realidade de condições de extrema vulnerabilidade social, ambiental e climática em seu território.

Nesse sentido, este artigo objetiva avaliar a relação entre o desempenho de indicadores sociais e econômicos, sustentabilidade e desenvolvimento local em municípios com empreendimentos de energia eólica do Rio Grande do Norte (RN).

Este estudo decorre dos projetos de pesquisas que discutem as dinâmicas que envolvem as produções de energias renováveis no Nordeste do Brasil e sua ênfase no Rio Grande do Norte e em seus municípios que apresentam em seus territórios empreendimentos de energias renováveis. Estes projetos, são: 1- Energias, riscos, vulnerabilidades e impactos socioambientais em cidades com empreendimentos energéticos renováveis no nordeste: o caso da energia eólica no Rio Grande do Norte (CNPq/Universal/Processo nº 437421/2018-0) e 2- Cidades, energias e vulnerabilidades: um estudo dos impactos das energias renováveis no território do Rio Grande do Norte (Processo nº PVC15473-2018/UFRN), coordenados pela primeira autora deste capítulo.

A metodologia adota uma abordagem qualitativa, propondo o estudo de caso a partir de uma classificação em ranking de como se apresentam os municípios com empreendimentos eólicos no Rio Grande do Norte, quanto ao desempenho nos indicadores relacionados desenvolvimento local e energia eólica definidos para esta pesquisa: Índice do Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e Renda per capita. Os resultados obtidos e organizados no ranking de desempenho sobre os indicadores nos municípios e a quantidade de empreendimentos eólicos locais.

O estudo de caso seguiu em duas fases de trabalho: um levantamento bibliográfico sobre o debate acerca da energia eólica e aspectos socioeconômicos dos municípios e aspectos conceituais sobre desenvolvimento, sociedade e sustentabilidade. Na segunda fase da pesquisa, foi realizado um levantamento de dados quanto à matriz eólica energética nos municípios do estado do Rio Grande do

Norte, seguido do levantamento de indicadores para esses municípios e classificação em ranking dos municípios a partir de seus “Renda per capita” e “IDHM”, que, respectivamente, ajuda a medir o grau de desenvolvimento econômico do município, mediante a divisão da renda municipal pelo número de habitantes, e o nível de desenvolvimento humano.

Foram consultados dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2019) e o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000 a 2010), que foram tratados através de recursos do software Libre Calc para a sistematização dos gráficos e tabelas.

O campo empírico escolhido restringe-se aos municípios potiguares que possuem empreendimentos eólicos, que totalizam 21 municípios, são eles: Areia Branca, Bodó, Brejinho, Ceará-Mirim, Cerro Corá, Galinhos, Guamaré, Jandaíra, Jardim de Angicos, João Câmara, Lagoa Nova, Macau, Parazinho, Pedra Grande, Rio do Fogo, São Bento do Norte, Santana do Matos, São Miguel do Gostoso, Serra do Mel, Tenente Laurentino e Touros.

Para a classificação de desempenho nesses indicadores, foram feitos dois rankings no universo considerado pelo campo empírico, de forma que um ranking classificou resultados do IDHM, e o outro classificou resultados para Renda per capita. As classificações municipais foram organizadas do maior para o menor resultado, ou seja, decrescentes para o Renda per capita e para o IDHM, de forma que o primeiro lugar deverá ter os melhores resultados e o 21º lugar será ocupado pelo município com pior resultado naquele indicador.

A análise dos resultados de cada indicador discute como os empreendimentos de energia eólica influenciam um melhor desenvolvimento local nos municípios. A análise dos resultados sobre os 21 municípios do campo empírico traz uma discussão sobre o desenvolvimento local e como esses municípios se expressam dentro dos rankings dos indicadores, além de fazer uma comparação desses resultados com o IDHM médio do Brasil e o IDHM médio do estado do RN, assim como também para valores da Renda capita na média nacional e na média estadual, de forma a permitir uma discussão sobre desenvolvimento local, condições socioeconômicas desiguais e sustentabilidade a partir da compreensão da relação direta entre os indicadores e todo o aporte teórico que será abordado no item a seguir.

## **A expansão da energia eólica nas dinâmicas de desenvolvimento no Brasil e no estado do Rio Grande do Norte**

*A civilização precisa de energia, mas o uso da energia não deve destruir a civilização.*

Papa Francisco, encíclica *Laudato Si'*, 2015.

A declaração feita pelo Pontífice faz um apelo a uma mudança na matriz energética global, clamando por alternativas que se baseiam em sustentabilidade, adaptação climática e resiliência. O desenvolvimento econômico e urbano das cidades, crescentemente, demanda maiores aportes de recursos energéticos para manter suas dinâmicas insustentáveis. A discussão dessas alternativas acendem o debate sobre desenvolvimento sustentável (DS), discurso aceito popularmente e difundido pelas Nações Unidas, como nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que apontam soluções para lidar com os impactos socioambientais e as mudanças climáticas do desenvolvimento econômico na racionalidade capitalista - com destaque para o ODS 7 - Energia limpa e acessível, cuja proposta é “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (ONU, 2015).

O desenvolvimento sustentável, como ilustra a meta principal do ODS 7, acima, tem o discurso de reunir o desenvolvimento local associado a um equilíbrio nas dinâmicas sociais e ambientais. Apesar de criticado por diversos estudiosos, o desenvolvimento sustentável pode servir como parâmetro para diretrizes mais sustentáveis tendo em vista o ODS 7 e que a implementação da energia eólica nos municípios potiguares seguem esse discurso, imbuída do racionalismo capitalista e sem a proposição de novos paradigmas para um desenvolvimento baseado em uma racionalidade ambiental (LEFF, 2006). O desenvolvimento local é aqui entendido como o conjunto de dinâmicas sociais e econômicas que estruturam as políticas públicas de urbanização, de organização socioespacial, de organização política, entre outros aspectos que determinam a atuação de gestão e planejamento urbano, socioeconômico e ambiental no nível municipal.

Nesse sentido, os indicadores escolhidos representam o tripé da sustentabilidade: a proposta de um equilíbrio no bom desempenho para, simultaneamente, aspectos ambientais, sociais e econômicos. No debate acerca de caminhos para o desenvolvimento sustentável no modelo estrutural vigente no setor energé-



tico, as energias renováveis são apontadas como alternativas mais eficientes em relação à mitigação das mudanças climáticas. Também apontadas como alternativas mais limpas quanto à geração de resíduos e aos custos socioeconômicos de manutenção. Pacheco (2006, p. 5) explica que as energias renováveis

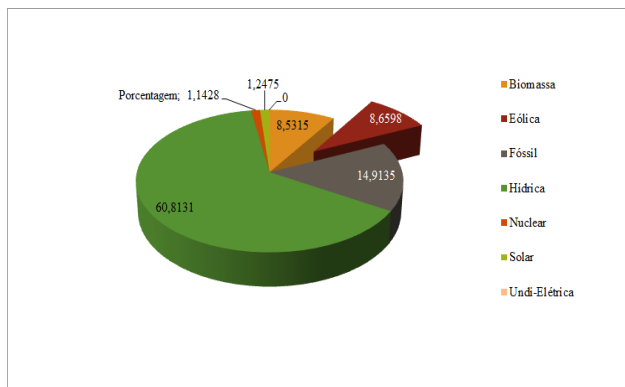
são provenientes de ciclos naturais, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta, [...] nesta categoria estão inseridas a energia eólica, de biomassa e a solar, que são fontes que se regeneram em uma escala de tempo reduzida.

Nas últimas décadas, observamos as energias renováveis expandindo sua produção em todo o mundo. No Brasil, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2002), mais da metade da produção de energia no país é renovável, com destaque para a energia hidrelétrica:

as reservas de energias oriundas de combustíveis fósseis são relativamente reduzidas, por outro lado, os potenciais hidráulicos, da radiação solar, da biomassa e da força dos ventos são suficientemente para garantir a auto-suficiência energética do país (ANEEL, 2002, p. 7).

Esse cenário da ANEEL é ilustrado no Gráfico 1 a seguir.

**Gráfico 1** – Matriz Elétrica no Brasil



**Fonte:** Adaptado de ANEEL (2019)

Dentre as energias renováveis, a energia eólica, a fatia destacada no gráfico, está em um momento de grande expansão no Brasil, essa energia é gerada a partir do aproveitamento da força dos ventos como fonte alternativa de energia para produção de eletricidade. As primeiras formas de utilização de energia eólica remontam há mais de 3.000 anos, com conversão da energia cinética dos ventos

em energia mecânica, utilizando tecnologias antigas como nos moinhos de vento utilizados para moagem de grãos e no bombeamento de água em atividades agrícolas (MARTINS et al., 2008; LOPEZ, 2002).

Contudo, na realidade brasileira, apesar da ascendência da matriz eólica para o setor energético, as tecnologias para possibilitar a geração energética dessa matriz só se tornaram mais acessíveis e economicamente viáveis nas últimas duas décadas. Isso se deve, além de programas de investimentos na área, ao desenvolvimento de aerogeradores em escala comercial, que só foi possível quando surgiu o interesse nessa tecnologia após ameaças de crise na produção do petróleo, a partir dos anos 1970 (BURTON et al., 2001).

O investimento na energia eólica como uma das mais viáveis fontes de energia renovável aparata o setor em questões relacionadas às tecnologias e técnicas de produção, transmissão e consumo dessa matriz. O aumento da capacidade instalada no mundo se iniciou a partir da década de 1990 e, como aponta Parizzoto (2014), a China foi responsável por despontar a produção de energia eólica mundial.

O estado do Rio Grande do Norte (RN) se destaca como um dos principais produtores de energia eólica, e, de acordo com a ANEEL (2019), é líder na produção de energia eólica e tem se desenvolvido na geração de energia solar. A posição geográfica do RN, na esquina do continente sul-americano, insere e favorece o território potiguar em relação ao potencial natural de produção de energias renováveis solar e eólica: o clima tropical onde o sol aparece durante praticamente todo o ano, e também a massa de ventos marítimos pela zona litorânea.

O Rio Grande do Norte (RN) se mantém como o maior produtor do país na geração de energia eólica. Segundo Rodrigues, Nepomuceno, Moraes (2017), a localização geográfica do RN favorece a ação de correntes de ventos. Como resultado, o estado apresenta um relevante potencial instalado de 3.949,3 MW, totalizando 146 empreendimentos em funcionamento (CONFESSOR et al., 2018, p. 5).

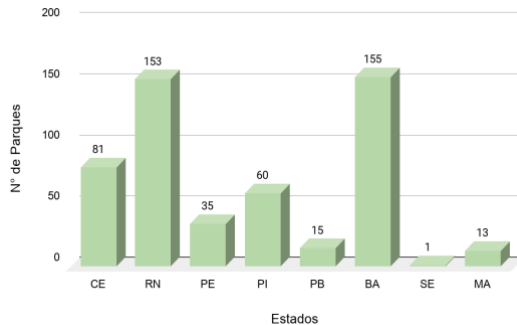
## **Aspectos socioeconômicos do desenvolvimento local em municípios com empreendimentos eólicos no RN**

O Brasil possui um território com processos climáticos favoráveis para a produção de energias renováveis. E, entre as formas de energia renovável, a energia eólica vem se destacando e expandindo sua produção no país de forma rápida, sobretudo na última década. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica

(ABEEólica), o Brasil terminou o ano de 2018 com 14,71 Gigawatts (GW) de capacidade instalada de energia eólica. Essa produção foi potencializada em empreendimentos localizados inicialmente na costa litorânea, no entanto, mais recentemente vêm adentrando em municípios interioranos. Em geral, são municípios de pequeno porte, pouco desenvolvidos e urbanizados, com parques instalados na zona rural.

Em relação à produção de energia eólica no país, a região Nordeste se destaca das outras regiões, já que suas condições naturais e os fortes ventos litorâneos chamam atenção de empresas nacionais e estrangeiras que investem na região. O Gráfico 2, a seguir, ilustra como os empreendimentos de energia eólica estão distribuídos na região Nordeste.

**Gráfico 2** – Estados com empreendimentos de energia eólica no Nordeste (maio/2019)

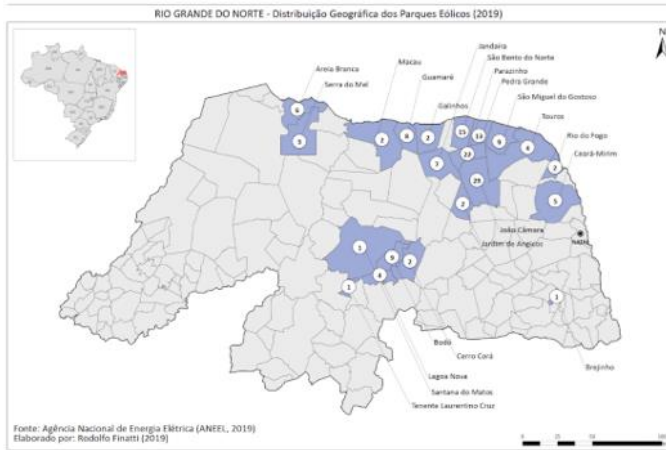


**Fonte:** Adaptado da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), maio de 2019

O Gráfico 2 mostra que oito dos nove estados da região Nordeste brasileira possuem empreendimentos de energia eólica. Apesar de o estado da Bahia (BA) ter o número maior de empreendimentos, o estado do RN lidera na produção dessa energia, terminando o ano de 2018 com 4.043,1 GW de capacidade instalada (ABEEólica, 2018). Os estados do Ceará (CE) e Piauí (PI) também chamam atenção pela expansão de empreendimentos de energia eólica nesta região, com 81 e 60 empreendimentos, respectivamente.

No Rio Grande do Norte, a previsão é de que os números de empreendimentos e de capacidade instalada aumentem, pois, de acordo com a ANEEL, existem parques eólicos em construção e construção não iniciada em todo o território do RN. No Mapa 1, pode-se observar como a energia eólica está distribuída geograficamente:

**Mapa 1**—Distribuição geográfica dos parques eólicos no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil (maio/2019)



**Fonte:** Elaborado por Rodolfo Finatti (2019), adaptado de ANEEL (2019)

Com esse cenário de expansão e o potencial de geração de energia, há também um discurso de geração de emprego e renda, bem como de desenvolvimento econômico para os municípios produtores e o estado. É nesse sentido que este artigo pretende analisar se os municípios que comportam parques eólicos apresentam bom desempenho socioeconômico.

Para a análise dos desempenhos, foi elaborado um ranking dos 21 municípios (Tabela 1) de acordo com suas médias de desenvolvimento (IDHM) e renda (Renda Per Capita), e com isso, foram formados dois rankings. Para identificar o nível de desenvolvimento das cidades, o indicador de IDHM dos municípios é avaliado entre: Muito alto (0,800 e 1), Alto (0,700 e 0,799), Médio (0,600 e 0,699) e Baixo (0,500 e 0,599). No primeiro ranking, identifica-se que o município de Areia Branca, com a média de IDHM de 0,682, possui o melhor resultado dentre todos, ocupando a primeira colocação. Em contrapartida, o município de Parazinho, com IDHM de 0,549, apresenta o pior resultado neste indicador, ficando na última colocação.

Ainda em relação ao ranking da Tabela 1, foi constatado que entre os 21 municípios avaliados, oito se encontram na faixa de IDHM Médio, obtendo os melhores resultados de índice de desenvolvimento entre os municípios que possuem empreendimentos de energia eólica no RN, sendo estes: Areia Branca, Macau, Bodó, Guarani, Tenente Laurentino Cruz, Ceará-Mirim, Serra do Mel e Cerro Corá. Os treze municípios restantes enquadram-se na faixa de IDHM Baixo: João Câmara, Brejinho, São Miguel do Gostoso, Santana dos Matos, Lagoa Nova, Touros,

Jandaíra, Rio do fogo, Jardim de Angicos, Galinhos, Pedra Grande, São Bento do Norte e Parazinho.

O segundo ranking da Tabela 1 indica o desempenho dos melhores aos piores resultados para o indicador de Renda Per Capita. Consequente a isso, o município que ocupa a primeira colocação com a melhor faixa de renda é Macau, com uma média de 457,22 reais. Destacam-se também os municípios de Areia Branca e Guamaré, com renda média de 449,02 e 407,49, respectivamente. Os 18 municípios restantes possuem média de Renda Per Capita abaixo de 400 reais. Pedra Grande detém o pior desempenho nesse indicador, com média de 210,52 reais de renda per capita.

**Tabela 1** – Ranking de desempenho dos municípios com empreendimentos de energia eólica relacionado aos indicadores de IDHM e Renda Per Capita (2010)

1.º Ranking	Municípios	IDHM	2.º Ranking	Municípios	Renda Per Capita
1.º	Areia Branca	0,682	1.º	Macau	457,22
2.º	Macau	0,665	2.º	Areia Branca	449,02
3.º	Bodó	0,629	3.º	Guamaré	407,49
4.º	Guamaré	0,626	4.º	João Câmara	335,64
5.º	Tenente Laurentino Cruz	0,623	5.º	Ceará-Mirim	332,89
6.º	Ceará-Mirim	0,616	6.º	Brejinho	304,8
7.º	Serra do Mel	0,614	7.º	Galinhos	291,78
8.º	Cerro Corá	0,607	8.º	Serra do Mel	284,48
9.º	João Câmara	0,595	9.º	Cerro Corá	282,84
10.º	Brejinho	0,592	10.º	Bodó	277,16
11.º	São Miguel do Gostoso	0,591	11.º	Touros	264,4
12.º	Santana dos Matos	0,591	12.º	Jandaíra	261,85
13.º	Lagoa Nova	0,585	13.º	Tenente Laurentino Cruz	259,72

14.º	Touros	0,572	14.º	Santana dos Matos	258,64
15.º	Jandaíra	0,569	15.º	São Miguel do Gostoso	257,1
16.º	Rio do fogo	0,569	16.º	Jardim de Angicos	255,49
17.º	Jardim de Angicos	0,565	17.º	Rio do fogo	239,1
18.º	Galinhos	0,564	18.º	Parazinho	234,75
19.º	Pedra Grande	0,558	19.º	Lagoa Nova	233,77
20.º	São Bento do Norte	0,555	20.º	São Bento do Norte	231,17
21.º	Parazinho	0,549	21.º	Pedra Grande	210,52

**Fonte:** Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020)

Não são observados municípios com a faixa do IDHM Alto (que são cidades que possuem a média entre 0,700 e 0,799) ou Muito Alto (0,800 e 1). Ainda que Areia Branca, Macau e Guamaré se sobressaíam em relação aos outros municípios, ocupam, ainda, a faixa de desenvolvimento humano médio, e a maioria dos municípios estudados ocupam a faixa de IDHM Baixo. No entanto, esses resultados são levantados de acordo com o último censo demográfico do IBGE, que indicava no ano de 2010 que o maior IDHM do estado era o da capital, Natal, com média de 0,763 (faixa Alta).

Em 2010, de acordo com dados divulgados pela ONU, o Brasil tinha o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,699, se enquadrando na faixa de desenvolvimento Médio. No mesmo ano, o estado do RN apresentava o IDHM de 0,684, ou seja, também na faixa Média de desenvolvimento.

Com isso é percebido que, na época da consulta do IBGE, os resultados dos índices do país e do estado assemelhavam-se com os resultados dos municípios estudados. Como aponta o Ranking, 1, 8 dos 21 municípios estão na faixa Média e, os 13 municípios restantes enquadram-se na faixa de IDHM Baixo.

A análise da relação entre os resultados da Tabela 1 aos municípios com empreendimentos eólicos no Mapa 1 mostra que, retomando a lógica do tripé da sustentabilidade em que seria preciso equilibrar bons desempenhos nos indicado-

ress sociais e econômicos: 1) os municípios com maior quantidade de eólicas não, necessariamente, possuem os melhores resultados para os indicadores IDHM e Renda per capita; 2) todos os resultados apontados na Tabela 1 não são satisfatórios para afirmar que há um bom desempenho para qualidade de vida, estrutura urbana, acesso a serviços básicos para a população, tendo em vista que nenhum município atingiu a média de IDHM “Alto”; 3) apesar de os empreendimentos de energia eólica movimentarem uma rede de relações econômicas e territoriais, a Renda per capita como um indicador socioeconômico nos municípios analisados, é considerada muito baixa, onde o município com média mais alta para esse indicador no escopo aqui estudado não conseguiu atingir sequer a metade do valor do salário mínimo nacional atual, que é de R\$ 1045,00 (IBGE, 2020), apontando que o desenvolvimento econômico local não favorece a população, que, descapitaliza, não movimenta a economia local satisfatoriamente, mantendo altos níveis de pobreza nos municípios.

Mais de uma década separa o intervalo entre o último censo, 2010, e o censo que está por vir, previsto para 2021. E para este último, são esperados melhores resultados em relação aos indicadores de desenvolvimento dos 21 municípios, considerando o crescimento das atividades sociais e econômicas que vêm sendo aplicadas no estado. Também será possível investigar se a presença e a expansão de empreendimentos de energia eólica nesses territórios influenciarão nos resultados desses índices.

A pesquisa aqui realizada aponta que ainda são necessárias outras análises, com outros indicadores, que possam fornecer mais olhares sobre como as realidades dos municípios com empreendimentos eólicos podem ou não tornar o desenvolvimento local mais sustentável, abrindo possibilidades para continuação desta análise a partir da inclusão de indicadores socioambientais que possam trazer aspectos ambientais ao estudo.

Pode-se relacionar esses resultados com o grande potencial turístico do RN que os municípios apresentam, principalmente em épocas festivas como o carnaval. Outros indicadores de produção local também podem ser utilizados para estabelecer comparativos com os indicadores que se referem ao possível incremento econômico que os empreendimentos eólicos podem oferecer aos municípios, bem como a produção de sal, atividades relacionadas ao petróleo, agricultura irrigada e pescados.

## Considerações finais

No desenvolvimento desta pesquisa, foi apresentado que a forma como a sociedade se comporta e as atividades que realiza, impactam o meio ambiente e contribuem para a intensificação das mudanças climáticas. A fim de controlar essas mudanças e mitigar seus efeitos negativos, o debate acerca do desenvolvimento sustentável surge e, com ele, vários questionamentos sobre a eficiência energética, os impactos sociais e econômicos para as dinâmicas locais na produção de novas alternativas e o próprio modelo de desenvolvimento econômico. E, como foi visto, uma das principais formas de desenvolvimento sustentável é a mudança de matriz energética para a produção de energias renováveis.

O Brasil possui capacidade natural e climática favoráveis para a produção de energias renováveis, onde mais da metade de sua matriz de energia elétrica é renovável. O Nordeste do país se destaca em relação a outras regiões pela capacidade de produção de energia eólica. O Rio Grande do Norte, como um dos principais estados do Brasil em relação à produção de eletricidade, é líder na produção de energia eólica. O estado também é responsável pelo desenvolvimento de outras energias, mas as fontes eólica e solar são as energias renováveis mais desenvolvidas no território.

As energias renováveis são uma importante proposta que visa combater as causas e os efeitos das mudanças climáticas, no entanto, essa matriz energética alternativa aos combustíveis fósseis produz impactos que necessitam, previamente, de um estudo mais detalhado para que se possa medir as dimensões desses impactos. O questionamento sobre como a energia eólica pode ser uma alternativa sustentável aos males do modelo de desenvolvimento vigente segue ainda sem resposta conclusiva, tendo em vista que os resultados do comparativo dos indicadores aqui escolhidos refletem uma análise negativa a essa alternativa, com as ressalvas de que ainda não foram disponibilizados dados socioeconômicos mais atuais sobre os municípios, em virtude do atraso na realização do Censo Demográfico no Brasil, de forma que os dados compararam uma realidade local socioeconômica de 2010 ante um cenário socioeconômico e político diferente nas informações da ANEEL sobre a rede de empreendimentos de energia eólica no RN em 2019.

Esperamos, na continuidade deste trabalho, observar de forma mais direta como esses empreendimentos podem alterar toda sua dinâmica organizacional e as questões de vulnerabilidade socioambiental nesse contexto, trazendo ainda uma análise sobre outros impactos socioeconômicos e ambientais aos muni-



cípios nesse escopo de análise no RN. Espera-se que numa segunda fase desta pesquisa, a partir do estudo de indicadores socioambientais associados a outros indicadores que possam retratar o desenvolvimento local, seja possível discutir mais amplamente quais são propriamente os benefícios aos tripé da sustentabilidade que municípios têm recebido ao estabelecerem empreendimentos de energia eólica.

## Referências

ANEEL. BIG – **Banco de Informações de Geração**. 2019. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/Combustivel.cfm>. Acesso em: 24 maio 2019.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2002. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf). Acesso em: 24 maio 2019.

ABEEÓLICA. **2018 Relatório Anual**. 2019. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Relat%C3%B3rio-Anual2018.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

ABEEÓLICA. **Números ABEEólica**. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3LHqpoK>. Acesso em: 24 jun. 2019.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Índice de Desenvolvimento Humano por Município (IDHM)**. Brasil, 2020. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BURTON, T.; SHARPE, D.; JENKINS, N.; BOSSANYI, E. **Wind Energy Handbook**. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 642p.

CONFESSOR, Sâmya L. de M. et al. **Avaliação dos impactos ambientais gerados em empreendimento eólicos**. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3NNj69P>. Acesso em: 06 maio 2019.

IBGE. **Portal Cidades@**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>; Acesso em: 22 maio 2020.

LEFF, Enrique. **Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LOPEZ, R.A. **Energia eólica**. São Paulo: Artliber, 2002. 156p.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: <https://bit.ly/3uhyBit>. Acesso em: 07 jul. 2020.

HOFSTAETTER, Moema; PESSOA, Zoraide Souza. **Energia eólica**: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande Do Norte. 2016. 178 p. Rio Grande do Norte, Brasil. 2016.

ONU. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agendaz2030/>. Acesso em: 10 jun. 2019.

PACHECO, Fabiana. Energias renováveis: breves conceitos. Salvador, Brasil: **Conjuntura Econômica**, Salvador, n. 149, out. 2006. 149 p. Disponível em: <https://bit.ly/3jf99Uu>. Acesso em: 07 jul. 2020.

PARIZOTTO, RR. **Instalação e avaliação de um sistema de bombeamento de água com aerogerador eólico de pequeno porte para propriedades rurais, na cidade de Cascavel – PR**. Brasil; 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3DOuLko>. Acesso em: 07 jul. 2020.

# Impactos e conflitos da energia eólica em territórios de vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte

*Moema Hofstaetter  
Zoraide Souza Pessoa*

## Introdução

**A** ENERGIA EÓLICA expandiu significativamente sua exploração como fonte energética, de base renovável, obtida pela sinergia dos ventos, nas últimas duas décadas no Brasil. Aproveitando esse ambiente de expansão favorável, destaca-se a região Nordeste e, particularmente, o estado do Rio Grande do Norte, que se constitui num dos protagonistas na expansão desse tipo de energia renovável. O RN agrega, em seus territórios, desde 2009, uma das mais significativas representações dos parques eólicos existentes no país, até o presente momento. Em 2020, o RN atinge uma década da presença expressiva e contínua de empreendimento eólicos, aproveitando os incentivos do Governo Federal, a partir de 2002, com o lançamento do Programa de Incentivo a Fontes de Energia Renováveis (PROINFA) para ampliação de sua política de diversificação da matriz energética.

Em certa medida, a energia eólica apresenta-se como uma novidade, mesmo transcorrido já um espectro temporal de dinamização. Constitui-se ainda numa nova dinâmica produtiva, econômica e de ocupação dos territórios localizados tanto nas regiões litorâneas como do interior do Estado, mas também de grandes contradições, frente às transformações e impactos socioambientais gerados nos territórios onde estão sendo implantadas as usinas eólicas, conhecidas como parques eólicos.

É importante considerar que os investimentos oriundos desse vetor produtivo, tanto de grupos nacionais como transnacionais, alteram a realidade social, econômica e ambiental dos territórios onde são instalados os parques eólicos. A instalação desses empreendimentos de produção de energia eólica estabelece novas formas de relações sociais e de uso e ocupação territorial, impondo processos novos de interação, mas também de potencial conflito e tensão entre os diversos atores sociais envolvidos nessa nova dinâmica de produção energética.

Nesse cenário de relações complexas que envolvem a expansão crescente do desenvolvimento da energia eólica no mundo e nos contextos nacional, regional e local, entender como se apresenta essa expansão eólica, na perspectiva local, no contexto específico do Rio Grande do Norte, justifica-se pela contribuição que a pesquisa poderá trazer para a compreensão das relações que envolvem a inserção dos parques eólicos em territórios cujos impactos positivos e/ou negativos não são plenamente conhecidos.

Nesse sentido, este capítulo é uma síntese de uma pesquisa de maior desenvolvimento em nível de dissertação de mestrado, desenvolvida entre 2014 a 2016, e que revisamos para compor esta análise. A metodologia implicou, além de uma sistematização de dados secundários, a sistematização de dados primários oriundos do desenvolvimento de seis grupos focais no município de João Câmara e de diversas entrevistas com lideranças e gestores de diversas cidades e do Estado.

Além desta introdução, o capítulo está dividido em seções que versam sobre a compreensão da vulnerabilidade e dos impactos socioambientais nos territórios e a relação das vulnerabilidades e dos conflitos gerados no Rio Grande do Norte.

## **Compreendendo a vulnerabilidade e os impactos socioambientais nos territórios**

As discussões que envolvem vulnerabilidade, em geral, se referem à suscetibilidade dos indivíduos ou territórios a risco de perigo ou dano (BRAUCH, 2005). Como exemplo, podemos citar a suscetibilidade a eventos extremos e/ou atípicos, como uma enchente, a perda do emprego, a uma doença, entre outras.

No âmbito científico, vulnerabilidade é um termo polissêmico e multidimensional, por isso, é necessário considerar a dimensão a que se refere e ao recorte teórico abordado. Para Marandola Jr. e Hogan (2006), a ideia de vulnerabilidade em geral considera três elementos, quais sejam: (i) a exposição ao risco; (ii) a capacidade de reação e; (iii) o grau de adaptação diante da materialização do risco. É importante esclarecer que entendemos por risco uma situação de perigo ou a possibilidade de perigo, como proposto por Umbelino (2006). O risco pode ser ambiental, social, tecnológico, financeiro ou material, entre outros.

Tanto a capacidade de reação quanto o grau de adaptação ao risco, remetem à capacidade de respostas aos riscos. Como desenvolvido por Marandola Jr. e Hogan (2006, p. 34), “estes elementos que promovem a absorção do impacto do

risco/perigo podem ser entendidos em termos de capacidade de resposta, que é um dos principais elementos componentes da vulnerabilidade”.

A capacidade de resposta está intrinsecamente ligada a fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e estão relacionados à condição de pobreza da população atingida, ou seja, a capacidade de resposta está associada a uma “gama de implicações sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e políticas que estão diretamente vinculadas à condição de pobreza de representativa parcela da sociedades moderna” (MENDONÇA, 2004, p. 142).

Via de regra, a população mais pobre é mais vulnerável por ser mais carente de organização, de apoio institucional, entre outros e, portanto, de menor capacidade de reação. Como vemos em Acselrad (2009, p. 8),

é nas áreas de maior privação socioeconômica e/ou habitadas por grupos sociais e étnicos sem acesso às esferas decisórias do Estado e do mercado que se concentram a falta de investimento em infraestrutura de saneamento, a ausência de políticas de controle de depósito de lixo tóxico, a moradia de risco, a desertificação, entre outros fatores, concorrendo para suas más condições ambientais de vida e trabalho.

Na mesma linha de pensamento, referindo-se ao conceito de vulnerabilidade, Pessoa (2012, p. 19), em análise sobre territórios urbanos e metropolitanos, destaca que:

estar vulnerável é a tônica central da contemporaneidade, decorrente de incertezas, riscos e ameaças que são cada vez mais diversificados e interferem no equilíbrio das formas de vida, seja no ambiente natural, seja no social.

Com essa afirmação, Pessoa (2012) corrobora o pensamento de Braga e Oliveira (2006) quando assevera que a vulnerabilidade é decorrente de incertezas, riscos e ameaças. No entanto, vai além, quando afirma que essas incertezas, riscos e ameaças estão diretamente relacionadas às condições sociais da população, condições essas de pobreza, exclusão, descaso. Pessoa (2012, p. 23) apresenta a

vulnerabilidade como consequência das condições sociais, sobretudo, da pobreza e exclusão, decorrentes das diferenças e conflitos de classes, poderes e desenvolvimento que levaram a formação e a manutenção de grandes parcelas de indivíduos que estão à margem dos processos essenciais da sociedade.

Ao discutirmos o tema energia, observamos o quão vulnerável encontra-se o conjunto da população, que está permanentemente suscetível, por exemplo, à falta de energia, o que compromete desde questões bem simples a questões bem complexas do dia a dia.

Por outro lado, podemos refletir, que a energia eólica é fundamental para diminuir a vulnerabilidade no contexto global do abastecimento de energia, uma vez que o sistema nacional de energia se estrutura a partir da complementaridade entre fontes geradoras de energia. Temos presente que no Brasil os ventos (fonte eólica) são mais fortes no período em que os rios apresentam menor vazão (fonte hidrelétrica).

É importante sublinhar que a tecnologia eólica difere de outras tecnologias de produção energética como (i) a nuclear ou (ii) os combustíveis fósseis (não renováveis) e também dos (iii) biocombustíveis, que incorporam o trabalho perigoso e desumano dos trabalhadores dos canais, conhecidos popularmente como boias-frias e, (iv) das barragens, como debatido por Bermann (2007) em estudos que indicam que a hidroeletricidade envolve controvérsias e conflitos socioambientais que não podem ser desconsiderados, como desapropriação das populações locais, alteração de ciclos hidrológicos, comprometimento da biodiversidade, e, também do comprometimento da qualidade de vida, como apontado por Conceição e Seixas (2013).

No entanto, apesar de ser considerada uma energia renovável e limpa, entendida, por isso, como sustentável, a instalação dos parques eólicos impacta os territórios locais evidenciando a vulnerabilidade a que as populações locais, as populações do entorno dos parques, bem como o território em questão, estão suscetíveis.

Esse entendimento de ser, a energia eólica, uma energia “limpa”, contribui para que a população e as administrações não se questionem sobre as situações às quais os ecossistemas e as populações estão expostos, a partir dos impactos gerados. Entendemos aqui impacto social como qualquer mudança em uma comunidade, população ou território a partir da inserção de uma ação conhecida (um projeto, um programa, um negócio), podendo ser positiva ou negativa.

Mas não basta conceituarmos apenas o impacto social. No estudo em questão, tão importante quanto conceituar impacto social, é conceituar impacto ambiental, uma vez que os ecossistemas estão vulneráveis. O impacto ambiental é entendido aqui como

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, provocadas por atividade humana, direta ou indiretamente, e que possam vir a afetar a saúde, a segurança e a qualidade dos recursos naturais (FOGLIATTI, 2004, p. 8).

Entendemos que tanto os impactos sociais quanto os ambientais têm dimensões a serem consideradas. Tanto um quanto o outro podem ser diretos ou indiretos, temporários ou permanentes, positivos (benéficos) ou negativos (adversos), imediatos ou de médio ou longo prazo, reversíveis ou irreversíveis, locais, regionais ou estratégicos. Os impactos podem ou não gerar conflitos. Segundo Acselrad (2015, p. 66),

os conflitos podem ser ignorados ou neutralizados, ou então reconhecidos, discutidos e politizados. O tratamento desses conflitos na esfera pública poderia ser, nessa perspectiva, o caminho para uma “sustentabilidade urbana” vista desde a perspectiva de democratização das cidades, ou seja, de enfrentamento das condições de vulnerabilização dos grupos sociais mais desprovidos e menos representados nas esferas de poder.

É essa contribuição que queremos propiciar com este trabalho. Reconhecer, desvelar os conflitos com os quais nos deparamos no trabalho de campo, com vistas a gerar um terreno fértil de enfrentamento das condições de vulnerabilidades a que estão expostos os mais pobres e que com a chegada dos empreendimentos eólicos em seus territórios se tornaram suscetíveis a novos riscos socioambientais.

## **Vulnerabilidades socioambientais e conflitos no Rio Grande do Norte**

Desde que os parques eólicos se tornaram presentes no Rio Grande do Norte, se iniciou também a configuração de novas relações nos territórios onde se instalam. Essas novas relações estão ligadas aos impactos socioambientais que vêm afetando os territórios e as populações que vivem no entorno dos parques eólicos. Foi considerando esse cenário, que este capítulo objetivou esboçar a relação dos principais impactos socioambientais com situações de vulnerabilidades observadas durante a realização da pesquisa. É importante destacar que a partir de um risco potencial, pode ou não gerar conflitos, assim enumeramos os diferentes impactos e suas dimensões associadas às condições de vulnerabilidade e que podem incidir sobre conflitos e quem está envolvido.

No Quadro 1, abaixo, as dimensões consideradas na vulnerabilidade foram domicílio, indivíduo, território/comunidade. Os conflitos elencados, no estudo em questão, são ignorados pelo conjunto dos atores sociais não atingidos diretamente pelas alterações provocadas pela instalação dos parques, e começam a ser reconhecidos e timidamente discutidos pela população diretamente atingida.

**Quadro 1** – Vulnerabilidades e conflitos

<b>Impactos sociais</b>	<b>Situações de vulnerabilidade social</b>	<b>Dimensões da vulnerabilidade</b>	<b>Conflitos</b>
<b>Segregação de comunidades</b>	1. Redução do território/limitação de circulação, com consequente privação do acesso à parte da terra	1. Indivíduos, território/comunidade	1. Conflito com as empresas, em função da perda de animais e da indefinição quanto à reconstrução das cercas e replantio do roçado
<b>Arrendamento das terras (mudança de condição social?)</b>	1. Impossibilidade de desenvolver outra atividade naquele espaço geográfico 2. Perda da aposentadoria rural 3. Falta de opção para herdeiros	1. Indivíduos  1 Indivíduos  1. Indivíduos	2. Conflitos entre assentados e grandes proprietários (disputa pelas terras) 3. Não se consegue medir, mas os conflitos envolvem os agricultores, o sindicato, o INSS (por ocasião da tomada de consciência da perda da condição de segurado especial).
<b>Aumento do emprego formal/ aumento da renda familiar</b>	1. Por ser um trabalho de curto prazo (3 a 18 meses) não aparece como solução para a pobreza.	1. Indivíduos	1. Pelo aumento da renda familiar, as mulheres perdem o benefício oriundo do Programa Bolsa Família (no momento não estão conseguindo retomar o benefício após o desemprego do marido, o que tem gerado conflito).
<b>Aumento da arrecadação fiscal municipal</b>			1. Insatisfação por parte da comunidade que arrenda as terras, por falta de debate com o poder público



			sobre onde aplicar os recursos (perfuração de poços, saúde, educação, transporte)
<b>Melhoria da economia local e regional</b>			1. Grande investimento com estrutura ociosa após a instalação dos parques – conflito entre os proprietários e o poder público
<b>Promessa de melhoria de renda e vida (ilusão/atravessador)</b>		1. Comunidades	1. Conflitos entre famílias 2. Conflitos entre associações 3. Conflitos com o atravessador
<b>Ampliação de uso de entorpecentes</b>	1. Insegurança da população	1. território	1. Conflitos nas famílias 2. Falta de serviços especializados e formativo além do CRAS e CREAS 3. Falta de uma política do poder público
<b>Aumento da exploração sexual de crianças e adolescentes</b>	1. Aumento das doenças sexualmente transmissíveis 2. Nascimento de crianças com AIDs 3. Os “filhos dos ventos”	1. Indivíduos	1. Conflitos nas famílias 2. Falta de serviços especializado e formativo além do CRAS e CREAS
<b>Ruído: motores e trânsito num primeiro momento/dinâmico (geradores) e aerodinâmico (pás) no funcionamento</b>	1. Problemas de saúde	1. comunidade	1. Até o momento nenhum conflito, não há conhecimento e relação

<b>Impactos ambientais</b>	<b>Situações de vulnerabilidade ambiental</b>	<b>Dimensões da vulnerabilidade: domicílios, indivíduos, território/comunidade</b>	<b>Conflitos</b>
<b>Intrusão visual</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortes de dunas</li> <li>2. Diminuição de lagoas</li> <li>3. Alteração do desenho do litoral</li> </ol>	1. Comunidade/território	1. Conflito com a população local
<b>Baixa produção animal</b>	1. Subsistência, comércio	1. Indivíduos/comunidade	1. Até o momento nenhum conflito, não há conhecimento e relação
<b>Alteração do nível hidrostático do lençol freático</b>	1. Problemas quanto ao abastecimento de água	1. Indivíduos, comunidade/território	
<b>Resíduos sólidos</b>	1. Cemitério de lixo	1. Território/comunidade	1. Futuros conflitos com a população, municipalidades, órgãos de licenciamento e empresas

**Fonte:** Dados da pesquisa – elaborado por Moema Hofstaetter, 2015

No Quadro 1 são sistematizados os impactos sociais e ambientais, com as situações de vulnerabilidade encontradas, suas dimensões e conflitos presentes. Estão sistematizados desde impactos ambientais aos quais estão expostos os ecossistemas, paisagem de dunas, até as situações de impactos sociais que geram vulnerabilidades, mais especificamente em relação à saúde das pessoas do entorno, às tradições e à cultura locais.

Portanto, apesar de ser considerada uma energia renovável e limpa, como já discutido, a instalação dos parques eólicos impacta os territórios locais, evidenciando a vulnerabilidade a que as populações locais estão suscetíveis. E não existe ainda um marco regulatório que considere todos os itens apontados.

De um lado, os empreendimentos chegam às municipalidades, prometem potencializar a economia local, com geração de empregos, aumento da arrecadação fiscal, e os possíveis impactos negativos não são mencionados. Por outro lado, os territórios são carentes, vulneráveis e se iludem de que, dessa vez, a economia será potencializada, que chegou à solução para a pobreza. Essa é a lógica utilizada pelo capitalismo.

Na sequência, vamos apresentar a nossa reflexão, a partir dos pontos sistematizados no Quadro 1, referendados pelas entrevistas e reflexões dos grupos focais.

Uma primeira questão que nos chama a atenção diz respeito ao arrendamento de terras, que apresenta mais de um problema. O problema mais evidente com o arrendamento é a limitação do território para a produção agrícola, já que, via de regra, o contrato assinado entre a empresa e os agricultores deixa evidente a impossibilidade de desenvolver atividades econômicas naquele pedaço de terra.

Esse mesmo contrato prevê ainda que os agricultores não poderão desenvolver outra atividade paralela sem a autorização da empresa. Portanto, há um processo claro de espoliação nessa situação. Quando os agricultores se dão conta, eles não têm mais acesso à parte das suas propriedades que estão cercadas. E no processo de novo cercamento, muitos animais fugiram e as cercas originais foram quebradas. E aí temos relatos de conflitos. Os agricultores já estão acionando a empresa, mesmo que individualmente, e negociando a reposição das cercas e das cabeças de animais perdidas.

Observamos que mesmo a Agência Nacional de Energia Elétrica trata com indiferença e descaso a propriedade dos agricultores, quando ouvimos o relato de um agricultor que diz: “a ANEEL deixa os colchetes abertos, corta a cerca, os bichos morrem na pista” (SUJEITO 02, 2015, p. 14).

Ainda em relação ao arrendamento, no primeiro contato a empresa apresenta o número de torres que serão colocadas na propriedade arrendada. O fato de se arrendar a propriedade para uma empresa impede o arrendamento para outra empresa. Isso já foi explicado anteriormente. O fato é que, imediatamente após o conhecimento do número de torres que serão colocadas no assentamento, ou na propriedade, os agricultores já calculam os recursos que receberão mensalmente. Em algumas associações, como em Oiticica, em João Câmara, a promessa foi uma e a realidade foi bem diferente. Essa promessa de aumento de renda a depender do número de torres implantadas, gera um conflito entre assentamentos ou entre assentamento e propriedade rural vizinha, que tem maior poder de barganha com a empresa. Podemos dizer que vira quase que um leilão.

É importante destacar que os agricultores ou proprietários rurais arrendam as terras e que recebem, em média, de 1 a 2 mil reais por catavento instalado, mensalmente, dependendo da área em que cada parque será instalado, segundo relato dos grupos focais. Esse valor varia de empresa para empresa, de negociação para negociação, de região para região. Essa variação de preço, oferecido pela empresa, leva em conta a infraestrutura que existe próximo aos parques, como, por exemplo, estradas, rodovias federais, distribuição de gás, turismo. As negociações variam de acordo com as condições fundiárias da terra, como o tamanho da terra, se ela está regulamentada ou se é uma terra devoluta, e com as condições físicas e morfológicas, como mais ou menos vento, em função da proximidade com a comunidade etc. Mas as variações se dão dentro desses valores aqui no RN. Quando o contrato é com uma associação ou assentamento rural do crédito fundiário, a soma do valor das torres, via de regra, é dividida entre todas as famílias (podendo variar de 15 a 120 famílias por assentamento, dependendo do assentamento). Quando o assentamento é do INCRA, o recurso acordado vai para uma conta do assentamento no INCRA, que solicita um projeto para a utilização do recurso, a exemplo do que acontece com os poços de petróleo em áreas de assentamento do Incra.

O segundo problema observado diz respeito à possibilidade de mudança da condição social do agricultor familiar perante o INSS. O agricultor familiar é enquadrado como segurado especial para efeitos de aposentadoria rural. O que muitos agricultores ainda não sabem, ou poucos se deram conta, é de que arrendando a terra, eles perdem o enquadramento, junto ao INSS, de segurados especiais. Ou seja, em troca de um contrato de 25 a 30 anos, em que o assentamento recebe, no caso de Oiticica, R\$ 2.138,00 ao mês, por duas torres (valor fixo, sem correção), para dividir entre 25 famílias, todos os agricultores, pelo fato de terem arrendado a terra, perderam seus direitos previdenciários de toda uma vida. Como bem é salientado pelas falas dos sujeitos desta pesquisa: “Na hora que você faz um arrendamento da propriedade, você perde a característica de agricultor [...] sai da condição de agricultor” (SUJEITO 01, 2015, p. 13).

Essa é uma das questões não discutidas de forma mais clara e talvez não seja absorvida por todos. É que esse tipo de arrendamento desconfigura o agricultor e conseqüentemente vai provocar a perda de inserções sociais próprias de sua ocupação social, pelo fato de a renda aumentar em função de outra atividade que não a agrícola, os agricultores perdem a condição de segurados especiais, o que compromete a sua aposentadoria. As entidades representativas dos agricultores ainda não se deram conta da gravidade dessa situação que certamente gerará um grande conflito.

A aposentadoria rural foi conquistada com muita luta dos agricultores e já temos relatos, conforme fala do presidente do sindicato dos agricultores, de que,

ao solicitar a aposentadoria rural no INSS junto com um grupo de agricultores que apresentaram aumento de renda em função da eólica, houve negativas pelo entendimento de descaracterização de segurado especial (SUJEITO 05, 2015, p. 15).

Para ele ser segurado especial, a renda deve ser oriunda da produção dele. E como o contrato é, no mínimo, por 25 anos, sendo prorrogado automaticamente, os herdeiros da terra ou dos lotes assumem as condições do contrato. Sendo assim, esse arrendamento acaba ainda por decidir o futuro da próxima geração que já não tem mais outra opção nessa terra. Precisamos olhar com atenção para a temática da herança da terra.

Depois de nos depararmos com essas duas questões bem complexas, do arrendamento das terras e da possibilidade de mudança da condição social do Agricultor Familiar, observamos outra questão que apareceu em todos os grupos focais. Eles relataram que as empresas chegaram com um discurso de que esse empreendimento iria gerar muito emprego. “Muitos homens do assentamento tão trabalhando na eólica” (GF 04, 2015). E os empregos são gerados, mas, para a população local, restam os trabalhos menos qualificados e, portanto, mal remunerados, como pedreiro, faxineiro, servente, vigia.

Em síntese, o emprego no Rio Grande do Norte advindo da empresa eólica acontece nessas ocupações que não exigem mão de obra qualificada, por um período sazonal, podendo variar de 6 a 18 meses, e que é visto pelos trabalhadores como importante, mesmo sendo pouco remunerado, em função da pobreza que as comunidades vivem e em função do último período de uma grande seca (últimos quatro anos). Essa geração de emprego não diminui a pobreza e a exclusão rural.

Dando sequência às situações encontradas no trabalho de campo, é necessário falarmos do aumento do uso de entorpecentes por jovens, meninos e meninas, e, decorrente desse fato, o aumento da violência, como pequenos roubos para comprar a droga, assim como precisamos falar das situações de exploração sexual infantojuvenil com as quais nos deparamos. A assistente social do CREAS de João Câmara nos conta que:

faz um ano que estou no CREAS João Câmara, e nessa linha que estamos discutindo, de casos concretos, temos 7, de adolescentes de 12 a 17 anos [...] a criminalidade também aumenta [...] o consumo de drogas aumenta, os furtos, os assaltos, as brigas [...] eu tenho essa visão (SUJEITO 08, 2015, p. 6).

No entanto, os dados relacionando o aumento da exploração sexual infantojuvenil à chegada das empresas de eólica no município inexistem. É uma nova realidade para o CREAS e a informação é guardada na cabeça, através das conversas, do conhecimento da realidade. A assistente social relata que:

a gente não tem o dado [...] quando os direitos são violados, a adolescente não chega aqui especificando proveniente de que [...] né, então assim é mais complexo, Nós sabemos por conversas [...] a mãe diz: “se envolveu com rapaz de firma e tá aí o bucho pra mim criar, né” [...] eu posso lhe afirmar, enquanto profissional do CREAS, que trabalha com direito violado, que há, sim, né, resultados, como posso dizer, resultados negativos, quanto à instalação dessas firmas eólicas nos municípios pequenos (SUJEITO 08, 2015, p. 4).

Tal situação é a mesma e se repete no conjunto dos municípios eólicos do Rio Grande do Norte. A mesma assistente social, que trabalha e vive há anos em Jandaíra nos relata que,

em Jandaíra, a população de crianças aumentou assim, mais de 15% ao ano [...] eu associo às eólicas [...] provavelmente isso se reproduz aqui [se referindo a João Câmara] [...] em Jandaíra teve um caso, foi muito interessante. Ela era tida como mulher da vida e se envolveu com esse cara, manteve um relacionamento fixo, e ela descobriu que ele era casado e a mulher [esposa dele] ligava pra ela dizendo que ela tomasse cuidado, que ele ia fazer com ela o que fez com ela [esposa]. Ia destruir a vida dela como fez com ela. Só que não dizia como ele havia destruído e até então dava a entender que era traição ou coisa assim. Aí o cara dizia assim: “hômni, ela tá despeitada porque você tá comigo”. E ela foi levando, foi levando. Ele foi embora e aí ela descobriu que tava com HIV, num estágio bem avançado. Ela teve lapso de memória, ficou pesando 35 quilos, até hoje não conseguiu benefício pra ela [...] E ele ainda deixou uma mulher em Galinhos, teve um caso com uma menina, contagiou essa menina, e ela engravidou dele e a criança nasceu contaminada [...] e quando ela estava no Giselda, o médico obrigou ela a ligar pra ele, ele só fez sorrir e desligou o telefone. Então assim, ele era consciente do que ele estava fazendo. Esse é um dos perigos [...] Das 25 jovens que nós acompanhamos em Jandaíra, 10 mantêm relacionamentos com um cara da eólica. É muito, é tipo assim, meninas de 13, 12 anos. Tem as meninas do Centro de Convivência, de 15, 16 anos, que são alvo. Elas tão querendo sair de casa [...] Elas têm uma ilusão tão grande e a família, o problema é que a família também se ilude (SUJEITO 08, 2015, p. 5).

No Centro de Referência em Assistência Social (CRAS) de João Câmara, foi declarado que se ouve falar muito que a eólica aumenta a prostituição, “eles engravidam, vão embora e não prestam nenhuma assistência” (SUJEITO 08, 2015, p. 21). A tal ponto que, segundo a psicóloga do CREAS, de João Câmara,

as palestras do CRAS foram estendidas para os caras da eólica. Porém, quem tá na frente da eólica faz aquela maquiagem, tipo, eu tô falando aqui, mas não acontece com ninguém daqui, né, então, a gente sabendo que eles não tão nem um pouco preocupados com o que tá acontecendo, se os peão tão ou não pegando menina de menor (SUJEITO 09, 2015, p. 14).

Reforçando a gravidade da situação, na Secretaria de Saúde de João Câmara nos foi dito, pela secretária de saúde, que tem consciência de toda a situação, mas que nunca se preocupou em estabelecer um registro das informações relacionando essas questões com a chegada das empresas de energia eólica, que,

a gente tem o relato, que foi frequente no auge da instalação, DST, gravidez na adolescência. A Revista Veja quis vir fazer uma reportagem intitulada “Os filhos do vento”, mas ninguém quis dar entrevista, ninguém quis se declarar dessa forma (SUJEITO 10, 2015, p. 8).

Na Praia do Marco, em São Miguel do Gostoso, na rua, ouvimos de um trabalhador da empresa que, “nós na nossa empresa, o problema de prostituição é com os caminhoneiros que vem trazer as peças. A nossa empresa faz uma conversa com todos eles que eles tão proibidos de mexer com as meninas do local”. A assistente social do CREAS de João Câmara relata que “em Baixa do Meio, próximo a Guamaré é altíssimo o índice de prostituição também. Tira a visão do eólico porque lá tem a Petrobras” (SUJEITO 08, 2015, p. 20).

Dando continuidade à conversa no CREAS, a assistente social, juntamente com a psicóloga, nos relata que,

infelizmente os municípios pequenos, a cultura já está se normalizando, já está vendo um conformismo, até das mulheres. Eu tenho visto discurso de pessoas que diz: “eu não sei por que fulana tá brigando com sicrana por causa de fulaninho, se no final de semana ele volta pra casa da mulher”. Entende como é? Tá naturalizando [...] Tipo, o que vale é agora, é o momento [...] é muito complexo, enquanto profissional eu sou muito fragilizada, assim, de ser uma coisa que tá fora do nosso alcance. É porque a gente sabe que quem está acima de nós, está preocupado com o que economicamente as eólicas vão proporcionar. O que ela tá proporcionando de negativo, não tá nem aí. A prostituição é banalizada, banalizada mesmo. Elas não se identificam com a prostituição, elas se divertem, ganham um pouco. A perspectiva de achar que vai melhorar, que fulaninho vai proporcionar, vai poder me assumir, porque tem assim aquela cultura no interior, quando a menina não é mais virgem, ela não tem

---

<sup>1</sup> O termo se popularizou durante o ano que ocorreram os grupos focais e entrevistas, sendo hoje utilizado por quem pesquisa sobre eólicas.

mais valor, então quando um cara da eólica chega, ela não é mais virgem, mas o cara fica andando com ela, é um status, o “cara me assumiu”. Não tem a perspectiva que vou estudar, vou crescer, a vida é minha, eu faço o que eu quiser [...] Existe gente percebendo o que tá acontecendo. Porque aqui, o poder público não está preocupado, as prefeituras em si, elas podem até fazer uma mobilização e tal, mas os royalties que então é mais interessante do que o impacto que vai trazer pro município [...] a maioria dos trabalhadores que ganham mais, são de fora, então a mão de obra não é do município, pra que o município cresça (SUJEITO 08, 2015, p. 15).

É interessante observar que as consequências, os impactos tanto positivos quanto negativos, e as situações de risco agravadas, são percebidas pelas pessoas envolvidas, tanto na Secretaria de Saúde quanto nos CRAS e no CREAS, no entanto não são levadas ao conhecimento das demais autoridades. Nesse momento da entrevista no CREAS, foi-nos esclarecido que, na verdade, o que acontece em função do advento da eólica não é relacionado com a prostituição infantojuvenil e sim com a exploração sexual infantojuvenil. A psicóloga do CREAS relata que:

podemos falar menos de prostituição e mais de exploração sexual. Em João Câmara há uma prostituição, mas a nível regional existe uma exploração, porque, porque elas fazem por vontade, prevendo uma melhoria de vida, prevendo que o cara vai levar ela daqui pro Ceará [...] há uma exploração e como resultado vem as doenças sexualmente transmitidas [...] as meninas são induzidas a serem exploradas [...] elas têm a ilusão, ela ganha roupa, uma comida boa, a liberdade de ir pra festa [...] têm a promessa de que vai levar ela; porque assim, eles também não têm endereço, nada concreto. Existem termos que eles usam, “as mulheres daqui são muito fáceis”, e elas, por si só não percebem que estão sendo humilhadas, eles entre si geram polêmica que denigrem a imagem daquela mulher. [...] eles usam os meios que a empresa proporciona a eles, para iludir, por exemplo, existem os encarregados que ficam numa casa só, com ar-condicionado, que andam naqueles carros de luxo então [...] coloca num carrão daquele, leva pra praia, passa um dia numa pousada, passa o dia na casa dele deitada no ar-condicionado, dá a liberdade dela fica lá, então tudo isso ilude, porque as vezes é uma pessoa que não tem nem o que comer em casa [...] existe uma omissão de quais malefícios eles trazem [...] a família não tem consciência que aquela menina está sendo explorada (SUJEITO 09, 2015, p. 21).

Em relação às situações de vulnerabilidade ambiental, podemos elencar algumas questões. Em entrevista com a procuradora do Estado do Meio Ambiente do RN, vimos que existe a consciência dos impactos que esses empreendimentos causam ao meio ambiente, mas que falta um monitoramento por parte dos órgãos governamentais, no sentido de maior responsabilidade em relação às ações de mitigação dos impactos. Diz-nos a procuradora que



é uma coisa muito triste o que acontece [...] a energia eólica é uma coisa muito importante pra segurança energética do Brasil, uma coisa extremamente boa, claro, comparando com outras fontes de energia. Mas isso não significa absolutamente que não tem impactos negativos, não é? [...] ela tá sendo tratada como se ela não gerasse nenhum impacto negativo e só fosse, como que eu diria, como se ela fosse perfeita, como se ela não tivesse nenhuma falha, nenhuma lacuna, não provocasse danos negativos, ambientais, econômicos e sociais. Então assim, eu realmente vejo com muita preocupação a forma como as energias renováveis estão chegando no Brasil, as eólicas principalmente [...] o município tem que querer monitorar os impactos porque o que eu sinto é que ninguém quer fazer esse monitoramento [...] isso é outra coisa que eu percebo no mundo da eólica, ela entra como uma mordalha nas pessoas, as pessoas começam a ter medo de falar e de se posicionar contra (SUJEITO14, 2015, p. 2).

Verificamos que a legislação, mesmo que exista, é frágil em termos de efetivação. Quando inquerimos o IDEMA a respeito de que forma são aprovados os licenciamentos, como são realizados os monitoramentos, eles nos colocaram algumas questões.

Primeiro, solicitaram que fosse registrada a falta de pessoal para a realização do trabalho de campo, das monitorias etc. Eles afirmaram que “os licenciamentos feitos pelo IDEMA se baseiam nas resoluções do CONAMA 001 e na 237, que são mais levadas em consideração” (SUJEITO 11, 2015, p. 4). Em relação ao monitoramento das diversas questões ambientais, eles afirmam que “a gente conta com a população pra denunciar” (SUJEITO 11, 2015, p. 22).

Passamos a observar melhor as fragilidades ambientais a partir da conversa com a Procuradora do Meio Ambiente do RN. E a entender também que, diferente dos países desenvolvidos, onde as populações, por diversos motivos conseguiram se mobilizar e exigir o deslocamento dos parques, aqui no RN, mesmo a população estando mobilizada, como foi com o “Movimento Salve as Dunas de Galinhos”, mesmo o Ministério Público e outras organizações sendo contrários à construção do parque eólico, a realidade é diferente. A seguir o relato de parte da entrevista com a Procuradora do Estado do Meio Ambiente:

Eu comecei a me envolver com a eólica quando foi o licenciamento de Galinhos [...] ali tem uma fragilidade ambiental imensa, até porque não só ali é duna, mas porque ali é considerado, pelo próprio Ministério do Meio Ambiente, como um *hotspot* do Rio Grande do Norte [...]. O RN é um *hotspot* do mundo, porque a gente tá numa área frágil e, com as mudanças climáticas, mais ainda. A gente tá entre o sertão e o mar. Dois principais ecossistemas que tão sofrendo e vão sofrer muito mais com as mudanças climáticas, mas, já muito antes disso, Galinhos é considerado pelo MMA como área de preser-

vação especial e merece uma atenção especial pela fragilidade ambiental dele. Isso é o mais grave. E aquela eólica? O Ministério Público foi contra, mas infelizmente a gente não conseguiu. A população foi contrária [...] o Conselho de Turismo se pronunciou por unanimidade, contrário [...] essa área aqui [apontando a Figura 28] é as Dunas do Capim, aqui está o parque eólico, é uma área de lagoas interdunares, toda alagadiça. Como é que você vai implantar o parque eólico numa área alagadiça? [...] e aí o que acontece? Você vai vendo que ele vai afinando [apontando para a Figura 29], então esse pedaço de terra é extremamente frágil. Já tem projeções da universidade, do Departamento de Geologia apontando, pra daqui a 20 anos isso aqui vai romper e Galos vai desaparecer [...] Isso daqui é uma das coisas mais criminosas que eu já vi [...] é muito grave. Esse é o fator ambiental, além de contar com a rejeição da sociedade, o conflito com as atividades econômicas do município que é o turismo, a migração de aves africanas [...] isso acontece em todo lugar. [...] em Galinhos o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) não chegou a ser concluído. Foi solicitada complementação dos estudos pelos técnicos e o IDEMA não quis saber, infelizmente deram a licença sem a complementação dos estudos [...] Ali é um caso em que eu não entendo como um juiz não mandou relocar aquele parque (SUJEITO 14, 2015, p. 8).

**Figura 28**—Foto das Dunas do Capim, em Galos, mostrando as lagoas interdunares, onde foi construído o parque eólico



**Foto:** Arquivo do IDEMA, 2009

**Figura 29**—Foto mostrando o estreitamento do pedaço de terra, em Galos



**Foto:** Arquivo do IDEMA, 2009

Quando perguntamos à Procuradora do Estado do Meio Ambiente sobre qual a alternativa, qual a solução através da Lei, para que essa situação relatada acima não se repita, ou para que outras localidades sejam preservadas desse tipo de consequência, a sugestão é que deveriam ser exigidos os Estudos de Zoneamento Ecológico Econômico (EEE).

Quando você tem os EEE, você olha o todo, então essa área, vai encolher, por isso que não há interesse em se fazer os EEE [...]. Essa pra mim é a principal falha [...] A partir do ano passado, a partir da última resolução do CONAMA, a gente lutou muito pra conseguir aprovar isso aí [...] a resolução prevê os impactos cumulativos da área, porque até o ano passado, todos os parques eólicos não consideravam os efeitos cumulativos. O que isso significa. Eu peço a instalação de parque com 40 torres, nessa área. O IDEMA analisava o impacto só desse parque, aí dois meses depois você pede a licença para um parque ao lado com 80 torres, o IDEMA só analisa esse, como se não tivesse já 40 torres aqui e assim sucessivamente, então ele só vê a parte [...] no final vai ter 300 torres e isso não era considerado, isso tem um impacto no meio ambiente [...] a legislação prevê, se está sendo feito, é outra história [...] Eles acham que não é uma atividade com alto potencial poluidor, o que é outro faz de conta (SUJEITO 14, 2015, p. 16).

Constata-se que, infelizmente, a ordem econômica prevalece nessa negociação. Mesmo aqueles que acreditam nos impactos não querem enxergá-los para não ter prejuízo econômico. Se assim não fosse, a população poderia participar da tomada de decisão e definir, em função da sua subsistência, outros projetos que são desenvolvidos no local, do potencial local do turismo etc. se querem ou não os parques ali. Segundo Bermann (2007), é fundamental o reconhecimento dos interesses divergentes que devem ser considerados e incorporados no processo de qualquer negociação. A procuradora nos chama a atenção para a importância do conhecimento prévio da população local da intenção da construção dos parques, com vistas à participação desta nas principais decisões.

Em São Miguel do Gostoso teve a primeira lei que rege a distância da instalação dos parques a partir da maré alta [...] a comunidade tinha de saber com muita antecedência, ela tinha de saber da intenção de ali ser instalado um parque eólico e discutir, ela não pode saber quando já está sendo instalado, entendeu? Isso é uma outra coisa que a lei, ela tinha que amarrar, ela tinha que exigir da empresa. No momento em que ela colocar um medidor lá, que ela tem a intenção, isso deve ser comunicado à comunidade, que deve ser ouvida, esclarecida, buscar subsídios, entender, porque talvez se você tivesse dois anos de debate e a gente pudesse chegar nessa comunidade e dizer, pode acontecer isso e isso, tem o caso tal, talvez a comunidade pode dizer não (SUJEITO 14, 2015, p. 42).

Nesse sentido, da participação da população na decisão de onde colocar o parque, por exemplo, a situação da baixa produção do mel das abelhas poderia ter sido evitada, talvez, se fosse outra a localização do parque. Existem relatos internacionais e também do estado do RN, de baixa produção animal após a chegada da eólica.

## **Considerações finais**

Passado já um tempo do período de realização da pesquisa e no retorno às áreas de pesquisa, verificamos que existem muitas questões a serem discutidas, problematizadas, analisadas, acompanhadas, sistematizadas e aferidas. Existem muitos problemas, descasos, informações desconexas, problemas de legislação, entre outros, nos territórios onde existe a presença de empreendimentos de energia eólica.

Existe um descompasso entre o crescimento desses tipos de empreendimentos no Rio Grande do Norte ao longo de mais de uma década vertiginosa que multiplicou a presença dos parques eólicos. Essa fase, que iniciou com a construção do primeiro parque em 2009, e hoje, 2021, continua se mantendo e ampliando as condições de vulnerabilidades de seus territórios e expondo as populações que vivem nesses espaços com a coexistência de perda e resignificação de suas identidades que potencializam situações de conflitos entre os diversos atores sociais e institucionais públicos e privados.

É importante destacar que os conflitos elencados no estudo em questão, são ignorados pelo conjunto dos atores sociais não atingidos diretamente pelas alterações provocadas pela instalação dos parques, e começam a ser reconhecidos e timidamente discutidos pela população diretamente atingida. O poder público, a sociedade civil organizada está iniciando, nesse momento, um processo de apropriação dessa nova realidade, crescente no RN. Contudo, ainda marcada pelo fetiche do dinamismo econômico, de caráter ilusório, que não atua de fato, os empreendimentos eólicos figuram como um real promotor de mudanças das condições de vulnerabilidades socioambientais nesses territórios que persistem entre os ventos e a esperança de transformação dessas realidades.

## Referências

- ACSELRAD, H. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana. **O Social em Questão**, ano XVIII, n. 33, 2015.
- ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- ANALISTA AMBIENTAL DO IDEMA. Comunicação verbal. **Sujeito 11 da pesquisa de campo**. Entrevista realizada em nov./2015.
- ASSISTENTE SOCIAL DO CREAS. Comunicação verbal. **Sujeito 08 da pesquisa de campo**. Entrevista realizada em nov./2015.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES BAIXA DO NOVILHO. Comunicação verbal. **Grupo Focal 04 da pesquisa de campo**. Reunião realizada em: abr. 2015.
- BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos online**, 2007, v. 21, n. 59, p. 139-153. ISSN 1806-9592. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100011>. Acesso em: jan. 2016.
- BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação SEADE, v. 20, n. 1, p. 81-95, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em: ago. 2015.
- BRAUCH, H. G. **Treats, challenges, vulnerabilities and risks in environmental and human security**. Bonn: SOURCE (Studies of the University: research, counsel, education)/UNU-EHS. N1. 2005.
- CONCEIÇÃO, A. L.; SEIXAS, S. R. C. Hidrelétricas, qualidade de vida e desenvolvimento. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, p. 1-17, 2013.
- COORDENADOR DA UNIDADE TÉCNICA DO CRÉDITO FUNDIÁRIO. Comunicação Verbal. **Sujeito 01 da pesquisa de campo**. Entrevista realizada em out. 2015.
- FOGLIATTI, Maria Cristina, FILIPPO, Sandro; GOUDARD, Beatriz. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro, Interciência, 2004.
- MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação SEADE, v. 20, n.1, p. 33-43, jan./mar. 2006.
- MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba: Editora da UFPR, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004.

PESSOA, Z. S. **A metrópole periférica: identidade e vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Natal-RN/BRASIL.** Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Unicamp, Campinas, 2012.

PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR MODELO 2. **Sujeito 02 da pesquisa de campo.** Entrevista realizada em nov./2015.

PRESIDENTE DO SINDICATO DOS TRABALHADORES RURAIS DE JOÃO CÂMARA. **Sujeito 05 da pesquisa de campo.** Entrevista realizada em nov./2015.

PROCURADORA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO RN. Comunicação Verbal. **Sujeito 14 da pesquisa de campo.** Entrevista realizada em nov./2015.

PSICÓLOGA DO CREAS. Comunicação verbal. **Sujeito 09 da pesquisa de campo.** Entrevista realizada em nov./2015.

SECRETÁRIA DE SAÚDE DE JOÃO CÂMARA. Comunicação verbal. **Sujeito 10 da pesquisa de campo.** Entrevista realizada em nov./2015.

UMBELINO, G. J. M. **Proposta metodológica para a avaliação da população residente em áreas de risco ambiental: o caso da bacia hidrográfica do Rio da Onça/MG.** 2006. Dissertação (Mestrado em Demografia) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

# Qual o lugar do turismo e da energia eólica no Rio Grande do Norte? Reflexões sobre o vento, o sol e o mar

Moema Hofstaetter

## Introdução

**N**ESTE artigo, relacionamos os principais resultados da dissertação de mestrado de Hofstaetter (2016) com algumas indagações que surgiram sobre a existência ou a deficiência de uma visão estratégica do planejamento do turismo no Estado do Rio Grande do Norte. A referida dissertação versou sobre os impactos regionais, sociais e ambientais relacionados à nova realidade existente no RN, com a implantação de dezenas de parques eólicos, a grande maioria na costa litorânea, onde se desenvolve o turismo de sol e mar no estado.

No Brasil, o potencial energético vem se ampliando e se diversificando, com destaque, nas duas últimas décadas, para a energia eólica. No caso do Rio Grande do Norte, as características físicas e naturais do Estado contribuíram para que este, juntamente com o Ceará, Bahia e Piauí se destacasse na região Nordeste, na implantação de parques eólicos e na geração de energia deles provenientes.

O primeiro parque de energia eólica construído no RN (2006), incentivado pelo Programa de Incentivo às Fontes de Alternativas de Energia (PROINFA) e pela maior companhia do setor de energia elétrica da América Latina, a Eletrobras, contando com o financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), foi o Parque Eólico de Rio do Fogo, localizado no município de Rio do Fogo, município litorâneo, pertencente à empresa do grupo Iberdrola, que entrou em operação no dia 15 de junho de 2006. Em novembro de 2015, nove anos após o primeiro parque entrar em operação, o Estado do RN já contava com a presença de parques eólicos em 25 municípios, totalizando 87 parques instalados e 95 em construção, segundo o *Boletim da Abeólica* (nov. 2015).

Temos presente que a energia eólica envolve discussões e debates de várias naturezas e contradições. Existe um discurso social e ambiental que afirma ser a energia eólica uma energia limpa, comprometida com a sustentabilidade ambi-

ental, discurso esse que cai por terra quando observamos os impactos e as condições de vulnerabilidades agravadas ou criadas, a partir da instalação e funcionamento dos parques eólicos, conforme apontado por Hofstaetter (2016).

Em termos de contexto precisamos ter presente que o Estado do Rio Grande do Norte é o segundo maior litoral brasileiro, em termos de extensão. Assim como é importante relatar que no Rio Grande do Norte o turismo de sol e mar é responsável pela terceira economia do Estado.

Posto isto, ambas as atividades coexistem num mesmo espaço territorial e, a partir de então podem surgir atritos.

Na sequência, versamos sobre as hipóteses confirmadas ao final da referida dissertação, apontando intersecções com o planejamento ou a falta de um planejamento estratégico do turismo potiguar.

## **Desenvolvimento e Métodos**

Com base numa revisão bibliográfica e, debruçada sobre as entrevistas realizadas durante o período de 2015/2016, na ocasião do trabalho de campo da dissertação, desenvolvemos a reflexão que segue, que discute alguns desafios para o território nordestino.

### *Impactos sociais e ambientais da energia eólica em território potiguar*

A primeira hipótese afirma que, apesar de ser considerada uma energia renovável e limpa, a instalação dos parques eólicos impacta os territórios locais (DELLCADO, 2013), social e ambientalmente.

Existe uma grande similaridade entre os impactos encontrados a partir desse estudo e os impactos relacionados por Jafar Jafari (2005), ao se referir aos impactos a partir da ação do turismo, especificamente relacionados na Plataforma Precautória (JAFARI, 2005, p. 41). Para efeitos comparativos, abaixo reproduzimos o quadro com os principais custos econômicos e socioculturais (Quadro 1) apresentados por Jafari (2005) e o quadro com os principais impactos sociais e ambientais que encontramos na pesquisa de campo referente à implantação e funcionamento da energia eólica no RN (Quadro 2).



**Quadro1**—Plataforma Precautória

<b>Costes Económicos</b>	<b>Costes Socioculturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Causa inflación</li> <li>● Aumenta importaciones superfluas</li> <li>● Crea estacionalidad y contribuye al desempleo</li> <li>● Susceptible a cambios, rumores, epidemias</li> <li>● Desarrollo desequilibrado</li> <li>● Dependencia exterior</li> <li>● Crea efectos de demostración</li> <li>● Destruye recursos y crea polución visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contribuye a crear barreras de comunicación</li> <li>● Genera estereótipos</li> <li>● Puede inducir xenofobia</li> <li>● Polución social</li> <li>● Mercantilización de comunidades y de su cultura,</li> <li>● fluctuaciones económicas religión, artes y demás</li> <li>● Debilita la estructura familiar</li> <li>● Contribuye a la prostitución</li> <li>● Puede incrementar la delincuencia</li> <li>● Puede generar conflictos en la comunidades de acogida</li> </ul>

Fonte: Jafar Jafari, 2005

**Quadro2**—Impactos sociais e ambientais

<b>Impactos sociais</b>	<b>Consequência</b>
<b>a. Segregação de comunidades</b>	
Alteração de rotas e descaracterização da paisagem	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alteração de rotas das comunidades pesqueiras</li> <li>2. Descaracterização da paisagem</li> <li>3. Alteração da demarcação do roçado e de áreas para criação de animais</li> </ol>
Arrendamento das terras (mudança de condição social?)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perda da condição de segurado especial</li> <li>2. Determinismo na herança dos lotes</li> </ol>
<b>b. Custos econômicos</b>	
Mercado imobiliário	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inflação</li> </ol>
Emprego local sazonal e de baixa remuneração	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mesmo que emprego é sempre positivo, há uma propaganda da alta geração de emprego que não se confirma</li> </ol>

Promessa de melhoria de renda, de vida (ilusão apresentada pelo atravessador)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contratos diferenciados, entre empresas e dessas com as comunidades</li> <li>2. Abandono da comunidade por parte da empresa</li> </ol>
<b>c. Saúde individual e coletiva</b>	
Alargamento de uso de entorpecentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento da violência (principalmente furtos e roubos)</li> </ol>
Aumento da exploração sexual infanto-juvenil	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento de DST/AIDS</li> <li>2. Os filhos dos ventos</li> </ol>
Ruído: motores e trânsito num primeiro momento/dinâmico (geradores) e aerodinâmico (pás) no funcionamento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dor de cabeça</li> <li>2. Insônia</li> <li>3. Uso de remédio controlado</li> <li>4. Stress</li> <li>5. Aumento de solicitação de exames de alta resolução</li> </ol>
Efeito estroboscópico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Redução da área para plantação e criação de animais</li> </ol>
<b>Impactos ambientais</b>	<b>Consequência</b>
<b>a. Intrusão visual</b>	
Intrusão e interferências visuais	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descaracterização da paisagem</li> <li>2. Invasão de APAs e APPs</li> </ol>
<b>b. Efeito sobre os solos</b>	
Abertura de novas estradas/alteração do traçado das estradas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desmatamento</li> <li>2. Erosão</li> <li>3. Asfaltamento de dunas</li> </ol>
<b>c. Pressão sobre a diversidade biológica</b>	
Alteração da migração de espécies	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alteração da rota migratória de espécies advindas da África</li> <li>2. Desaparecimento das arribações</li> </ol>

Baixa produção animal	1. Diminuição da produção de mel (Serra do Mel)
<b>d. Sobre as águas</b>	
Efeitos sobre as águas superficiais	1. Impermeabilização e retenção da água superficial
Alteração do nível hidrostático do lençol freático	1. Terraplanagem 2. Obras de engenharia
<b>e. Sobre o lixo</b>	
Resíduos sólidos	1. Materiais estranhos ao local

**Fonte:** Hofstaetter, 2016 (adaptado)

Dentre os impactos sociais e ambientais, podemos relacionar a segregação de comunidades, a partir da alteração do desenho de estradas e da alteração de rotas das comunidades pesqueiras, assim como é observada a alteração da demarcação do roçado e da área antes destinada para a criação de animais, tanto da população pesqueira quanto da população de agricultores familiares (HOFSTAETTER, 2016).

Especificamente no que diz respeito aos municípios litorâneos, as populações nativas e/ou tradicionais, que comportam pescadores, posseiros, agricultores, assentados, quilombolas, têm o acesso à faixa litorânea dificultado, através do cercamento das terras, alterando suas tradições. Observamos também o desmatamento de árvores utilizadas para o autossustento das comunidades, como mangueiras e cajueiros, que devem ser retirados para não prejudicar o vento na área do parque (HOFSTAETTER, 2016).

Assim como no turismo, a construção dos parques também se depara com um aumento do uso de entorpecentes e com a exploração sexual infantojuvenil. A partir das mudanças na dinâmica sociocultural, com a chegada de um contingente considerável de mão de obra advinda de outras regiões do Brasil e de fora do país, constata-se a ampliação da circulação e uso de entorpecentes, o que, segundo os profissionais responsáveis pela Secretaria de Saúde e centros de referências em assistência social do município de João Câmara, para exemplificar, fica evidente com o aumento da população masculina oriunda de outros lugares. Consequência também dessa mudança de dinâmica sociocultural é a ampliação da exploração sexual

infantojuvenil, e como consequência o aumento da AIDs e de doenças sexualmente transmissíveis, além do contingente de crianças que não conhecem seus pais, os conhecidos “filhos dos ventos”. São questões que afetam a saúde individual e coletiva da população do município (HOFSTAETTER, 2016).

Como as questões colocadas acima, é possível observar outras duas questões bem específicas no que tange à instalação dos parques eólicos, em relação à saúde individual e coletiva. A primeira delas diz respeito ao ruído, que é uma realidade nova nessas localidades, em geral muito pacatas e silenciosas. Num primeiro momento, o ruído causado por motores e trânsito de maquinário específico para a abertura de estradas, desmatamento da vegetação, corte de dunas, perfuração do solo para a instalação das torres e corte de materiais pesados, como ferro. Após a instalação dos parques de energia eólica, observa-se o ruído dinâmico, proveniente dos geradores e aerodinâmico, proveniente das pás em funcionamento (SANTOS; CUNHA; SOUZA, 2013). Esse novo e barulhento componente da paisagem rural tem causado, em diversas localidades, dores de cabeça, insônia, stress, bem como o uso de remédio controlado (MIGRAINE, 2004). Observamos também o que a literatura chama de efeito estroboscópico, entendido como a influência da luminosidade causada pelo movimento das hélices, durante o dia e a noite (PIRES, 2011), que tem afetado a saúde das pessoas, com relatos de dores de cabeça e insônia. Esse mesmo efeito tem sido responsável pela redução da área para o plantio, em função do sombreamento causado no solo.

No entanto, as mudanças na dinâmica sociocultural trazem outras questões que podem ser entendidas como positivas, mesmo que por um período curto de tempo, ou para uma parcela da população. Observamos uma supervalorização do mercado imobiliário beneficiando, em mais de 500%, aqueles que tinham imóveis para venda e locação, segundo os relatos dos grupos focais. Houve também, segundo as entrevistas e os relatos nos grupos focais, o aumento do emprego formal, portanto, com carteira de trabalho assinada. Temos de ter presente que, essa ampliação de emprego, em se tratando da população local, deve ser entendida como contratação de mão de obra não qualificada e sazonal, uma vez que os empregos têm a duração de 6 a 18 meses. A exigência de mão de obra qualificada, com os melhores salários, é suprida pelos estrangeiros ao local, advindos de outras localidades e mais qualificados. Essa questão do trabalho sazonal e mal remunerado encontra similaridade com algumas atividades vinculadas ao turismo. Mesmo assim, não podemos negar uma melhoria da economia local e regional, com o estímulo à ampliação do comércio, de pousadas e restaurantes. No entanto, constatamos que, uma vez que nessas localidades são apenas instalados os parques, não existindo o

fomento à cadeia produtiva como um todo, como a instalação de fábricas para construção de todas as peças utilizadas para a construção do parque, por exemplo, a logística de comércio, pousadas e restaurantes existe para um curto período de tempo, o que pode causar uma ilusão de melhoria da economia local ou ficar ociosa a curto prazo, como relatado no município de Parazinho.

Em termos de impactos sociais, podemos ainda citar a promessa, para os agricultores, de melhoria de renda e de vida. Para um melhor entendimento, traremos um exemplo. A negociação entre a empresa e os agricultores é conduzida pelo atravessador, que acaba por abandonar a comunidade após a assinatura dos contratos, que são diferenciados de empresa para empresa e de comunidade para comunidade. Os agricultores ficam sem saber a quem recorrer para resolver situações que aparecem ao longo do processo da instalação e funcionamento dos parques. No contrato, nem sempre é mantido o acordo verbal. Sendo assim, mesmo com o aumento de renda, conhecendo o contexto todo, os próprios agricultores têm questionado se essa promessa de melhoria de vida e renda não seria uma ilusão, até porque os agricultores estão tomando consciência do risco de perda da condição de segurado especial mediante o INSS, o que traz consequências para sua aposentadoria futura, uma vez que, arrendada a terra para a produção eólica, a renda desse agricultor não advém mais unicamente da agricultura (HOFSTAETTER, 2016). Não entraremos na situação atual da Reforma da Previdência, que excluirá 100% dos agricultores familiares.

Em termos de impactos ambientais, observamos a intrusão e interferência visual e, aqui, referimo-nos à invasão de parte das APAs e APPs bem como de Unidades de Conservação para a instalação dos parques, assim como vemos a descaracterização da paisagem. Igualmente, fica evidente o efeito devastador sobre os solos, a partir do desmatamento para abertura de novas estradas ou para a alteração do traçado de estradas já existentes, assim como para a construção dos parques, o asfaltamento das dunas, o soterramento de lagoas dunares, a erosão e a sedimentação.

Especialmente em relação à alteração da paisagem, parte da população dos municípios litorâneos que abrigam parques eólicos, especialmente São Miguel do Gostoso, Galinhos e Guamaré, defende que essa alteração na paisagem possa atrair turistas, gerando renda, emprego, ou seja, promovendo o desenvolvimento local e regional. Relatos de outros moradores, nos mesmos municípios litorâneos, apontam para o fato de que, localizados nas dunas e na faixa litorânea, os parques

abalam as atividades vinculadas ao turismo de sol e praia, que é forte no litoral potiguar, a partir da alteração da paisagem antes bucólica, e agora recheada de torres e cataventos (HOFSTAETTER, 2016).

Por tudo que foi relatado, evidencia-se que, em grande parte dos territórios litorâneos do Estado do Rio Grande do Norte, inclusive os que têm recebido o turismo de sol e mar, os espaços urbano e rural passam por uma acelerada mudança e que, como consequências dessa, surgem conflitos sociais e ambientais, vulnerabilidades e situações que afetam diretamente tanto a comunidade local como os ecossistemas e o turismo potiguar.

*O desafio de um novo modelo de planejamento para o desenvolvimento territorial sustentável, incluindo, com justiça social e ambiental*

A segunda hipótese confirmada e, nesse momento, talvez mais importante na condução das reflexões aqui levantadas, afirma que há ausência de uma visão global e sistêmica sobre o projeto dos empreendimentos ou a falta de clareza do tamanho e da complexidade dos mesmos, por parte dos órgãos públicos e organizações sociais, o que contribui para o desconhecimento dos impactos sociais e ambientais na sua totalidade, prejudicando o potencial para o desenvolvimento local e territorial, assim como podendo ser prejudicial para o desenvolvimento do turismo potiguar.

O modelo de desenvolvimento e de ocupação do solo, vislumbrado na maioria dos municípios visitados, privilegiou a tomada de decisões do poder público e dos grandes empresários e fazendeiros, sem perceber melhorias para a população local, sem a preocupação com os impactos sociais e ambientais, apenas considerando o crescimento econômico regional.

E aqui surgem algumas perguntas que precisam ser aprofundadas: Qual a preocupação do poder público com o desenvolvimento do turismo potiguar, já que liberou a construção dos parques eólicos, até esse momento, em sua maioria, na faixa litorânea? A alteração da paisagem imposta pela chegada dos parques eólicos é compatível ou incompatível com o desenvolvimento do turismo de sol e mar? Se é fato, que o movimento dos turistas dá-se principalmente pela busca do contato com a natureza preservada e a fuga de ambientes urbanos e poluídos (RUSCHMANN, 2001), as duas atividades econômicas são compatíveis?

É importante a contribuição de Castelli (2001) sobre o papel do poder público no desenvolvimento turístico, pois afirma que competem, ao poder público, os processos de promoção, expansão, captação e regulamentação normativa das

empresas do setor, assim como o estímulo à oferta. O poder público deve regular também a exploração dos valores e atrativos dando atenção especial à ordenação urbanística, defesa da paisagem e criação de infraestrutura. De acordo com o mesmo autor, a incorporação do turismo nas estratégias de desenvolvimento só terá lugar a partir do momento em que tiver importância na política daquele local e, só assim, ganhará organização e estrutura. É importante ter presente que, historicamente, as políticas de turismo estão à margem das políticas públicas, apesar do seu reconhecimento como um segmento gerador de emprego e renda. O planejamento do turismo no RN ocorre de forma isolada dos demais setores produtivos, quando ocorre.

Discute-se, nos dias de hoje, que o turismo tem potencial para alavancar o desenvolvimento de uma região, mas que, por outro lado, pode promover a degradação ambiental (HALL, 2001). O que dizer, então, dessa nova realidade do Estado do RN com a chegada dos parques eólicos? Essa, mais especificamente nos municípios litorâneos, remete ao conceito de destruição criativa de Harvey (2010), de que o novo tem de ser construído a partir das cinzas do antigo (paisagens bucólicas). Fica evidente que o capitalismo produz sua ação em função do lucro, produzindo espaços, novas tecnologias, lançando novos produtos, vendendo uma nova paisagem (HARVEY, 2010). Ou, como criticado por Hall (2001), trazendo consigo uma racionalidade técnica baseada em critérios meramente econômicos.

Beni (2006) afirma que a atividade turística constitui-se em partes que interagem impactando umas às outras e que, se bem planejadas e geridas, podem levar ao seu desenvolvimento sustentável. Hall (2001) apresenta-nos a ideia de um planejamento turístico que seja balizado por valores que remetem ao princípio da sustentabilidade. É premente a necessidade de resgate dos valores éticos como bens e interesses públicos. Urge a compreensão das inter-relações entre a atividade turística e a implantação de parques eólicos em todo o litoral norte, no sentido de perceber qual o desenvolvimento que está sendo pensado para o Estado do RN, no que se refere ao turismo, especialmente.

Devemos ter presente que não é mais possível planejar a atividade turística no RN sem considerar a ocupação da paisagem litorânea pelos parques de energia eólica. Também estamos cientes de que essa é uma realidade que veio para ficar. No entanto, como pensar o desenvolvimento territorial exigindo responsabilidade socioambiental das empresas eólicas? Como pensar o planejamento do turismo considerando esse novo cenário? Como pensar o planejamento do turismo integrado com o planejamento territorial, com ações significativas planejadas que

contribuam para a melhoria das condições de acesso aos bens públicos como saúde, educação, alteração da infraestrutura dos municípios? O grau de vulnerabilidade da maioria dos municípios litorâneos é considerável, se olharmos os aspectos de acesso aos bens públicos, com destaque para a baixa escolaridade, a inserção ocupacional em atividades informais como, por exemplo, nos municípios em que os parques já estavam instalados em 2010, onde encontramos as menores rendas per capita do total dos municípios analisados, arranjos familiares chefiados por mulheres com baixa escolaridade, além de declarações de prostituição infantojuvenil, crescente número de jovens que não estudam, não trabalham e estão vulneráveis (HOFSTAETTER, 2016). Surge uma nova pergunta: Qual o debate realizado pelas autoridades públicas no que tange ao desenvolvimento do RN? O lucro acima de tudo? E, se for isso, será o lucro oriundo das empresas eólicas maior que o lucro advindo do turismo, o que justifica a liberação para a construção dos parques na faixa litorânea? E mais, qual o desenvolvimento gerado pelas ações do turismo no RN, para a população local?

Observamos que a expectativa de lucro oriundo da implantação dos parques eólicos supera qualquer preocupação social ou ambiental. Podemos falar o mesmo do turismo de sol e mar?

A recepção de novos investimentos nos municípios, sejam vinculados ao turismo, à energia, ao petróleo, entre outros, e a conseqüente negociação entre as partes e a população atingida, deveria privilegiar um modelo (novo) de negociação que incluísse a participação de todos os grupos envolvidos, com uma linguagem simples e acessível, com transparência de intenções e proposições, considerando um planejamento das ações que englobasse todos os interesses.

## **Conclusões**

Em síntese, urge pensar outro modelo de desenvolvimento local/territorial. No entanto, pensar em outro modelo de desenvolvimento local implica em várias atitudes. É premente a conscientização e a educação ambiental da população desses municípios. Apenas uma população consciente pode atuar ativamente, posicionando-se sobre tudo o que diz respeito a sua vida. Estamos nos referindo à capacidade de compreender e decidir sobre tudo o que diz respeito ao território onde vivemos, de forma que possamos acessar informação, conhecimento e tempo suficientes para que empresas, Poderes Públicos e comunidade em geral discutam e encontrem caminhos considerando a diversidade dos interesses e o efetivo desenvolvimento regional.



Entendemos que, para a conscientização da diversidade dos atores envolvidos na dinâmica de um território, é fundamental a ampliação de estudos que apontem os impactos e conflitos de qualquer ação a ser desenvolvida. Assim como um caminho apontado é pensar uma metodologia de planejamento territorial com vistas a um desenvolvimento sustentável, como defende Sachs (1993), de forma que o processo seja um espaço de aprendizagem social e que possa refletir uma síntese pedagógica. Essa proposta estaria fundamentada em princípios de sustentabilidade (SACHS, 1993), quais sejam: (i) sustentabilidade social, fundamentada no estabelecimento de um processo de desenvolvimento que conduza a um padrão estável de crescimento, com uma redução das atuais diferenças sociais; (ii) sustentabilidade cultural, consolidada na necessidade de procurar soluções de âmbito local através das potencialidades das culturas específicas, levando em consideração a identidade cultural e o modo de vida local, bem como a participação da população nos processos de decisão e na formulação de planos de desenvolvimento turístico; (iii) sustentabilidade ecológica, apoiada na teoria de que o desenvolvimento turístico deve limitar o consumo dos recursos naturais e provocar poucos danos aos sistemas de sustentação da vida; (iv) sustentabilidade econômica, possibilitando o crescimento econômico para as gerações atuais, bem como o manuseamento responsável dos recursos naturais que deverão ter o papel de satisfazer as necessidades das gerações futuras; (v) sustentabilidade espacial, baseada na distribuição geográfica mais equilibrada dos assentamentos turísticos de forma a evitar exceder a capacidade de carga; (vi) sustentabilidade política, alicerçada na negociação da diversidade de interesses envolvidos em questões fundamentais que vão do âmbito local ao global.

A resposta às questões apresentadas não são fáceis e certamente estão presentes na reflexão de muitas pessoas, gestores, pensadores, população local, empresários. No momento, temos a certeza de que são inúmeros os desafios a serem enfrentados.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim de Dados da Abeeólica**, nov. 2015.

BENI, M. C. **Política e planejamento de turismo no Brasil**. São Paulo: ALEPH, 2006.

CASTELLI, Geraldo. **Administração hoteleira**. 9. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2001. (Coleção Hotelaria).

COWELL, Richard. Wind Power, Landscape and Strategic, Spatial Planning: The Construction of 'Acceptable Locations' in Wales. **Land Use Policy**, 27(2), 222-232, 2010.

DELICADO, Ana et al. Ambiente, paisagem, patrimônio e economia: os conflitos em torno de parques eólicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 100, 2013.

HALL, C. M. **Planejamento turístico**: políticas, processos e relacionamentos. São Paulo: Contexto, 2001.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Loyola, 2010.

HOFSTAETTER, Moema. **Energia eólica**: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – CCHLA, UFRN, Natal, 2016.

JAFARI, Jafar. El turismo como disciplina científica. **Política y Sociedad**, v. 42, n. 1, p. 39-56, 2005.

MIGRAINE, M. V. **Eoliennes, sons et infrasons**: effets de l'éolien industriels sur les habitants. 2004. Disponível em: [http://docs.wind-watch.org/villey-migraine\\_eoliennesinfrasons.pdf](http://docs.wind-watch.org/villey-migraine_eoliennesinfrasons.pdf). Acesso em: 10 out. 2011.

OJIMA, Ricardo. Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. In: OJIMA, Ricardo; MARANDOLA JUNIOR, Eduardor (org.). São Paulo: Blucher, 2013.

PIRES, L. F. A. Parque Eólico Alegria. In: SEMINÁRIO BRAZIL WINDPOWER, 2011, Rio de Janeiro.

RUSCHMANN, Doris. V. M. **Turismo e planejamento sustentável**: a proteção do meio ambiente. 7. ed. Campinas: Papirus, 2001.

SACHS, Ignacy. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, Marcel (org.). **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SANTOS et al. As implicações da pluriatividade na agricultura familiar no distrito de Morrinhos – Guanambi/BA, 2013. Disponível em: [http://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_cientifico\\_eolica\\_1\\_o.pdf](http://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_cientifico_eolica_1_o.pdf). Acesso em: nov. 2019.

ZOELLNER, Jan; SCHWEIZER-RIES Petra; WEMHEUER, Christin. Public Acceptance of Renewable Energies: results from case studies in Germany. **Energy Policy**, 36(11), 4136-4141, 2008.

# Percepção socioambiental e os empreendimentos eólicos: considerações sobre o caso de Galinhos no Rio Grande do Norte

*Caroline Souza dos Santos*

## Introdução

**É** EM MEADOS dos anos 1970 que as problemáticas ambientais começam a ganhar mais centralidade nos debates públicos, isto é, passam a compor formalmente as agendas políticas, garantindo visibilidade às questões ambientais. A formalização da ideia de crise ambiental dá conta de construir um problema social, que, por um lado, apresenta tendências universalistas, já que as consequências da degradação ambiental são amplamente vislumbradas, seja em países considerados desenvolvidos, seja em países em desenvolvimento. Por outro lado, se insere em contextos desiguais, promovendo tipos, intensidades e/ou possibilidades de enfrentamentos das causas e consequências da degradação localmente distintas.

Sinalizando um contexto conflituoso, em que se presume poder equilibrar três instâncias: o econômico, o ecológico e o social. A urgência das questões ambientais é magnificada pelas evidências de crise do próprio projeto de modernidade operante na lógica do industrialismo capitalista. Portanto, as temáticas ambientais se sustentam por sua interdisciplinaridade e convocam um trabalho mediado por diferentes escalas.

Para as eólicas, tanto o contexto de crise ambiental como também as crises do petróleo dessa mesma década, irão demarcar a sua expansão. De modo que esse crescimento se dá a partir de um contexto dual e com uma dupla justificativa, ou seja, emerge tanto para atender às novas exigências de sustentabilidade que começavam a ser formuladas (BASTOS et al., 2014), como para seguir fornecendo energia em larga escala (PINHO, 2015).

Comparativamente às outras fontes de energia (especialmente as fósseis), a energia eólica é uma das opções menos degradantes pela baixa emissão de gases poluentes, também vem ganhando incentivos por ser fonte renovável, uma vez

que se trata de uma “energia existente na natureza de forma cíclica” (SILVA; XAVIER, 2013, p. 16), de modo que teriam um processo contínuo de reabastecimento. Por isso, a questão energética se torna fundamental para as abordagens de mitigação e adaptação no enfrentamento das mudanças climáticas debatido nas Conferências das Partes (COP), no qual o protocolo de Kyoto de 1997 é um dos marcos primordiais.

Cabe ressaltar que também se inicia, a partir da centralidade em alavancar fontes renováveis, um processo de configuração de novos mercados, que com forte impulso internacional, configura as políticas e dinâmicas nacionais e locais no qual a emergência de uma matriz energética renovável entra em cena.

No entanto, diante da revisão de literatura, identificamos impactos e conflitos na implementação dos parques eólicos relacionados a: (1) atividades turísticas e ao direito à paisagem; (2) conflitos relacionados à regularização de terras, especialmente em terras de assentamentos rurais; (3) interferência e desterritorialização nos modos de vida das populações; (4) transformações nos ecossistemas do Nordeste, como o soterramento ou fixação das dunas, por exemplo; (5) enfraquecimento das prerrogativas de desenvolvimento local a partir da geração de empregos e arrecadação de impostos, uma vez que esse aquecimento se dá essencialmente na fase de implementação; (6) narrativas, percepções e ações coletivas que questionam a localização das torres eólicas e a possibilidade de usufruir dos benefícios localmente produzidos de forma direta (BASTOS et al., 2014; COSTA, 2015; DELICADO et al., 2013; FERRAZ, 2015; HOFSTAETTER, 2016; MEIRELES, 2011; QUEIROZ, 2016; SANTOS, 2018, TAKS, 2012).

Requerendo, desse modo, uma ampliação dos impactos para além dos que estão presentes nas cartilhas e EIAs-RIMAs produzidos, tensionando as eólicas nos territórios e nos conflitos emergentes. Além disso, admite que outras dimensões e prerrogativas socioambientais devem ser consideradas, trazendo à tona o contexto local e a população para investigar essa dinâmica.

Este artigo, fruto da dissertação de mestrado (SANTOS, 2018), teve como questão norteadora a seguinte pergunta: como os entrevistados percebem os empreendimentos eólicos? Investigando as associações e a aceitação sobre os empreendimentos eólicos; as transformações individuais e comunitárias em seus territórios e; as relações entre energia eólica e meio ambiente. Desse modo, assinalamos como objetivo central a investigação e análise da percepção dos entrevistados com relação à implementação dos parques eólicos, e de forma complementar, a identificação da relação entre energia eólica e meio ambiente em suas falas.

Levando em consideração as problemáticas elucidadas e a expansão do setor eólico no Brasil, nos propusemos a filtrar a investigação para o caso do município de Galinhos, no estado do Rio Grande do Norte, a justificativa para este recorte emerge do interesse no tensionamento provocado pelos protestos intitulados de “Abraço das Dunas”, ocorridos em 2012, no início da implementação dos parques eólicos na região. Esse recorte também se justifica por estar localizado no Rio Grande do Norte, atualmente um dos estados mais promissores para a instalação da fonte eólica.

O artigo provém de uma pesquisa com desenho metodológico qualitativo porque se “ênfatizam as especificidades de um fenômeno em termos de suas origens e de sua razão de ser” (HAGUETTE, 2010 p. 59), ancorados na “dialética das representações, ações e interpretações dos atores sociais em relação ao seu meio” (POUPART, 2008, p. 135). Desse modo, realizamos 10 entrevistas semiestruturadas com moradores locais, representante administrativo do setor do Turismo e representante do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Solidário do município de Galinhos, a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

Além da introdução, dividimos o artigo em quatro tópicos, no primeiro há uma articulação entre crise ambiental e a expansão eólica, no segundo se constrói a categoria de percepção, no terceiro se dialoga com os resultados da pesquisa, fornecendo um caráter mais geral das percepções, no quarto tópico nos centralizamos na percepção ambiental e de suas relações com as eólicas; por fim, a conclusão e referências.

## **Breve panorama de fomento e expansão das eólicas no Brasil**

O alinhamento do industrialismo e do capitalismo como projeto de modernidade, transformou de maneira inédita os modos de produção e consumo, isso quer dizer que instaurou formas de atuar, explorar e perceber a natureza ancoradas pela lógica do lucro e pelo ritmo frenético do capital financeiro. Isso fez com que, na década de 1970, o movimento ecologista construísse críticas aos valores do capitalismo, promovendo “um ideário emancipatório que poderia ser considerado como momento fundador da história política do campo ambiental” (CARVALHO, 2009, p. 151).

Entretanto, a modernidade engendra uma contradição fundamental, ainda que magnifique as consequências da exploração do meio ambiente é a mesma que possibilita, a partir dos avanços informacionais, que essas problemáticas sejam discutidas ampla e universalmente: a universalidade dos problemas

ambientais é basilar para a fundamentação de uma crise ambiental global associada às concepções de risco (BECK, 2006).

Compreendendo que os problemas ambientais em sua gênese e nas consequências se configuram como “problemas sociais, problemas do ser humano, de sua história, de suas condições de vida, da sua referência de mundo e de sua realidade, de seu ordenamento econômico, cultural e político” (BECK, 2006, p. 114), é possível tensionar ainda mais esse caráter ambivalente em que as eólicas se instalam.

No cerne desse contexto paradoxal, as eólicas tanto atendem aos requisitos de sustentabilidade em relação à redução das emissões de gases poluentes, como se inserem nos territórios, travando relações de poder assimétricas (BOURDIEU, 2006), análogas à polivalência de termos como “sustentabilidade” ou “desenvolvimento sustentável”, essa fragilidade deriva da contradição fundamental presente em empreendimentos que apesar do “selo verde” não estão isentos de perpetuar velhas dinâmicas do capital. Problematicando essa ambivalência das energias consideradas alternativas, Favareto e Moralez (2014, p. 17) se questionam:

Por exemplo, o uso do etanol comparativamente ao uso de combustíveis fósseis poderia ser considerado mais sustentável porque se baseia em fonte renovável de energia, ou seria justamente o contrário por conta dos seus chamados impactos indiretos como a erosão da biodiversidade associada à produção da cana (no caso brasileiro) em monocultura ou pela intensividade no uso de insumos químicos como venenos fertilizantes?

Não se trata de travar um debate dual e simplista acerca das eólicas, em que se é a favor ou contra, mas que no esforço de considerá-las amplamente seja possível vislumbrar as complexas relações e transformações emergentes de um empreendimento de grande porte, compreendendo que o campo ambiental é essencialmente um campo político, isto é, campo de disputa política sobre os usos dos territórios. A proposição de ir além do debate da diminuição de emissão de poluentes não é por desmerecimento da urgência dessa questão. Tão somente o ensejo de também refletir e posicionar a população e suas percepções dentro desse contexto, evidenciando esse caráter ambíguo.

Segundo Barroso Neto (2012), o primeiro programa em que se fomentou fortemente a expansão das eólicas, o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energias Elétrica – PROINFA, em 2002, nasceu no intuito de o Brasil entrar em conformidade com as metas do Protocolo de Kyoto, em 1997, no que diz respeito à redução de gases poluentes.

As principais ações propostas no Protocolo de Kyoto estão relacionadas ao setor energético, como: reformar os setores de energia e transportes; promover o uso de fontes energéticas renováveis; eliminar mecanismos financeiros e de mercados que sejam inapropriados; limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos; proteger florestas e outros sumidouros de carbono, presentes. De modo que poderíamos concluir haver uma grande pressão externa para adotar esse modelo, ganhando ainda mais respaldo pelos inúmeros apagões em várias regiões do Brasil também em meados da década de 2000.

Embora a primeira torre eólica no país seja de 1992, na ilha Fernando de Noronha (SALINO, 2011), é somente a partir do PROINFA que se pode falar de um fomento nacional planejado para a expansão de fontes alternativas no país, na qual a eólica se inseriu intensamente. Sendo ampliada, posteriormente, ao novo modelo elétrico criado pela Lei nº 10.848/2004, em que foi adotado o sistema de leilões.

Fruto desse fomento, o Brasil se encontra em sétimo lugar no ranking mundial de capacidade instalada acumulada por fonte eólica em 2019 (ABEEÓLICA, 2019). Contando com 647 empreendimentos eólicos em operação, 116 em construção e 208 com construção não iniciada, localizados nos Estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (ANEEL, Sistema de Informação de geração da ANEEL – SIGA, 2020), sendo o eixo Nordeste a localização de maior interesse para receber esses investimentos.

Desse modo, se trata de um projeto de grande interesse e com previsão ainda de ampla expansão, localizando o Brasil no epicentro dos dez principais países em que a energia eólica é referência, recriando em escala nacional localizações de intenso interesse e disputa. Outra evidência clara da consolidação do setor eólico pode ser vislumbrada na composição da matriz elétrica brasileira, para o ano de 2019, as eólicas ocuparam o terceiro lugar com 8,6%, perdendo apenas para o setor hidráulico, com 64,9%, e para o gás natural, com 9,3% (EPE, 2020); também foi a segunda fonte com maior crescimento na capacidade instalada, perdendo apenas para o setor hidráulico (ANEEL, 2020).

Sendo o Nordeste a maior expressão desse projeto nacional pelas eólicas, elencamos o estado do Rio Grande do Norte como recorte geográfico por ser o estado com maior capacidade em quilowatts outorgada e segundo lugar na quantidade total de parques eólicos, com 169 empreendimentos em operação, 21 em construção e 91 com construção não iniciada, localizados em 37 municípios (ANEEL, Sistema de Informação de geração da ANEEL – SIGA, 2020).

## Construindo a categoria de percepção

Marin (2008, p. 206) nos coloca a percepção, a partir dos dicionários de português, como “ato ou efeito de perceber; combinação dos sentidos no reconhecimento de um objeto; recepção de um estímulo; faculdade de conhecer independentemente dos sentidos; sensação; intuição; ideia; imagem; representação intelectual”.

Inicialmente, a investigação da percepção foi incorporada pela psicologia, desde uma perspectiva experimental e positivista em que se pretendia dimensionar os mecanismos físicos e os estímulos do processo perceptivo, até a necessidade emergente de se estabelecer áreas em que se enxergasse o indivíduo na interação com seu ambiente, sendo a teoria da Gestalt a principal no que diz respeito ao reconhecimento do todo e do ambiente como elemento formador do indivíduo (LIBERATO; LOBATO; RIBEIRO, 2009).

Outras áreas – como a geografia e a arquitetura – perceberam imediatamente a importância da incorporação da psicologia nas investigações centradas na interação homem e ambiente, revelando, assim, a necessidade de serem considerados os aspectos cognitivos e afetivos desta interação (DEL RIO, 1999), na formalização de uma percepção ambiental.

Aqui, se faz interessante o caráter relacional, corporificado, experienciado nos termos da fenomenologia de Merleau-Ponty (2011), isso porque o autor se lança ao próprio mundo vivido, havendo assim uma valoração das experiências vividas pelos sujeitos (LIBERATO; LOBATO; RIBEIRO, 2009). De modo que, perceber é também um movimento de reconstrução e reconstituição do mundo (MERLEAU-PONTY, 2011), dando sentido às experiências vividas dialogicamente, na medida em que são transformados mutuamente o observado e quem o observa.

Não se trata, portanto, de dizer que o outro, o objeto, a coisa, é percebido porque a visão permite enxergar, mas entender que, com os sentidos, é possível experienciar o mundo em constante diálogo e movimento e que, dessa interação perceptiva, também são formalizados sentidos. Portanto, o sentir e o movimento são elementos-chave dessa percepção corporificada (NÓBREGA, 2008).

Fazendo a articulação da fenomenologia da percepção com o caso dos parques eólicos em Galinhos, a percepção dos moradores com relação aos empreendimentos eólicos se constitui como uma experiência perceptiva vivida em diálogo e construção permanente dos sentidos produzidos, assim, a ação, o sentimento e a vontade devem ser explorados. Desse modo, a presença da torre eólica não é sentida apenas pela visão, porque ela é alta e visível ao campo visual, mas porque as pessoas as enxergam trazendo nesse olhar os contextos culturais e econômicos que



permearam sua implantação, com os sentidos produzidos por experiências anteriores, pela visão de mundo que possuem. Não é a torre que se define como energia limpa para os moradores de Galinhos/RN porque carrega esse signo de forma inerente, mas é a partir de uma interação estabelecida que esse sentido pode ser evocado ou não.

A experiência da percepção já pressupõe um ambiente, enquanto espaço para o movimento do corpo senciente e das possibilidades de experienciar o sensível. Assim, toda percepção ambiental é percepção, é experiência sensível, como preconizado por Merleau-Ponty (2011). Mas quais são as aproximações que devemos fazer se quisermos considerar a percepção ambiental a partir de uma linguagem própria? Quais as percepções que podem ser caracterizadas como percepções ambientais?

Na investigação sobre o estado da arte da percepção ambiental, Vasco e Zakrzewski (2010), afirmam que a dimensão de ambiente é fundamental para estruturar a concepção de uma percepção ambiental e que, na maioria das pesquisas produzidas, as dimensões culturais e sociais do ambiente são as mais consideradas. Assim, a percepção ambiental visaria “compreender as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas em relação ao espaço onde está inserido” (VASCO; ZAKRZEWSKI, 2010, p. 18).

Reigota (1995, p. 14) corrobora essa dimensão relacional dada ao meio ambiente ao defini-lo como um

lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído.

De modo que existem três tendências mais comuns de representação desse meio relacional, são elas: antropocêntrica, globalizante e naturalista, de forma simplificada, dizem respeito à representação do homem como ser dominante nessa interação, em sua acepção instrumental do meio ambiente enquanto recursos para sua manutenção; o homem como a própria natureza em uma relação de coexistência inseparável e; o meio ambiente como natureza, onde se privilegia os aspectos naturais, respectivamente (REIGOTA, 1995; ILHA et al., 2015 apud REIGOTA, 2006). Dessa forma, temos a percepção dessa interação representada, dotada de sentido e símbolos, verbalizada e encarnada nas experiências sensíveis.

## Percepção em movimento: contextualizando o caso de Galinhos/RN

A inserção dos empreendimentos eólicos em Galinhos se iniciou em 2009, quando o Consórcio da Brasventos ganhou o leilão da ANEEL que autorizava a implementação de dois parques eólicos no município. Atualmente, Galinhos conta com os parques eólicos Rio dos Ventos 1, com 35 torres eólicas, e o parque Rio dos Ventos 3, 36 torres, totalizando 71 torres eólicas em funcionamento, autorizados a entrar em operação em maio de 2014 pela ANEEL.

Em 2012, com o início das obras, a população organizou uma série de protestos intitulados como “Abraço das Dunas”, nos quais questionavam algumas condições da implementação da energia eólica. Diante da configuração paisagística extremamente e das atividades diretamente relacionadas à geração de renda e modos de vivência da população de Galinhos, especialmente com o setor turístico, facilmente se configurou um conflito. A mobilização da população está na memória dos galinhenses, sete dos dez entrevistados falaram ou identificaram o movimento durante a entrevista, demarcando o evento como referência na relação com as eólicas.

Segundo o Entrevistado 7, a população só teve conhecimento tardio acerca da implementação dos parques eólicos, sendo este também um dos motivos para a mobilização. Também identificaram como motivos o acesso às dunas, a destruição ou transformação da paisagem das Dunas, a proximidade das torres ao distrito e comunidade de Galos, as rotas turísticas e alterações no comportamento dos peixes devido ao barulho emitido pelas torres:

é o seguinte, quando eles começaram a fazer as audiências, que foi assim, acho que foi tudo planejado para nos surpreender, os biólogos vieram dizer que não haveria impacto ambiental, eu até questionei no dia da audiência, perguntei se poluição visual não era um impacto ambiental, se a gente tem uma paisagem natural e depois ela é modificada pelo homem, no meu ponto de vista é impacto visual, ambiental, e também a proximidade onde esse parque ia ser instalado, logo de início, eles disseram que ia ser bem próximo a Galos, então toda movimentação da areia para fazer a base de um aerogerador daquele ia impactar (Entrevistado 7).

todo mundo se uniu para preservar a duna, então pra mim isso ficou marcante [...] o motivo inicial foi que a gente ia perder aquela parte da duna que é importante para Galinhos, para o turismo da gente, então são vários barcos que trabalham com turismo, charrete, como você já viu aqui, bugueiros, então íamos perder esse acesso (Entrevistado 8).

Mesmo a população sendo contrária à localização da maior parte das torres eólicas da Brasventos, quando a empresa apresentou outros tipos de compensações aliadas ao atendimento de alguns dos pedidos da população, como o acesso às dunas e à realocação de algumas torres próximas a Galos, fez com que o conflito fosse arrefecido, especialmente, com relação à coexistência de duas atividades produtivas no mesmo espaço.

Entretanto, a transformação da paisagem é fator recorrente nas falas dos entrevistados, seis deles entendem que a duna foi prejudicada, um deles entende que as torres ajudam as dunas e outro comenta que o processo de transformação das dunas móveis é natural, sem fazer menção à energia eólica. Vejamos duas falas dos entrevistados:

o empreendimento só modificou porque ficou assim, mais plano, a terra ficou mais plana [...] eu acredito que pode haver algum problema com a cidade, né, com as moradias, o mar vai aproximar mais, eu acho que já está, mas eu não sei ainda dizer se é por causa da eólica (Entrevistado 6).

[...] desmancharam as dunas para fazer a eólica (Entrevistado 4)

Outra questão pertinente apontada são as disrupções da produção energética (TAKS, 2012), ou seja, a população local não controla o que está sendo socialmente produzido em seu território, assim como não se beneficia diretamente e não conhece o destino final dessa energia. Não há uma incorporação da fonte energética com a história paisagística.

Galinhos faltou energia já duas vezes já hoje, já voltou, se a gente usasse energia eólica, o que seria, totalmente diferente, nossas torres estão aí, a transmissão é daí pra cá, então seria o que, 5 km de transmissão (entrevistado 8).

Esse questionamento ainda se torna mais acirrado quando o próprio município enfrenta dificuldades no fornecimento de energia, sendo constantes as quedas de energia, identificadas, inclusive, no período da pesquisa de campo. Dentre essas percepções, apenas dois dos dez entrevistados deram um encaminhamento mais favorável, projetando que futuramente poderiam ser beneficiados, seja por baratear a energia ou porque será a energia do futuro.

Entretanto, mesmo a população identificando problemáticas com relação às dunas, à configuração paisagística e ao fornecimento energético, de modo geral, quando investigamos o grau de aceitação, a população se apresenta comumente

como favorável. Esse panorama se dá, primeiramente, pela manutenção das atividades turísticas; pelas compensações e benefícios sociais realizados, como o dessalinizador, melhorias no prédio da colônia de pescadores – localização do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Solidário –, e projetos futuros com relação à reciclagem dos resíduos gerados em Galinhos; além dos empregos gerados. Passamos de um lugar de conflito para um lugar de adaptação ou de abafamento das problemáticas circunscritas pelos empreendimentos eólicos.

Quando perguntamos sobre como os entrevistados se sentiam com relação aos empreendimentos eólicos, sete deles se pronunciaram favoravelmente, alegando esse posicionamento sobretudo pela conseqüente geração de empregos observada. Contudo, três dos entrevistados ainda teceram considerações sobre essa geração de emprego. Vejamos um dos casos:

meu esposo estava desempregado e ele foi trabalhar na eólica como porteiro e foi assim, uma boa hora, a gente estava precisando muito, ele passou um ano e três meses lá, [...] aí depois saiu, mudou de empresa, que a eólica contrata aquelas empresas, né, acho que as terceirizadas; aí nessa mudança ele saiu, não contrataram novamente, não só ele, como outros, e é tant o prefeito até reclamou, disse que ia lá conversar, porque o acordo era gerar renda para as pessoas do município e eles botaram muita gente de Galinhos para fora (Entrevistado 9).

Essa evidência está de acordo com o que outros estudos, como o de Hofstatter (2016), já destacaram, em que a maior parte dos empregos gerados são de baixa remuneração e com baixa expressividade na fase de operação, por causa do nível técnico e qualificado da mão de obra que a fase exige. Assim, o que fica no território é mais uma lembrança de que houve empregos do que realmente a geração permanente de empregos para essa população.

## **Percepção ambiental: associação entre energia eólica e meio ambiente?**

Outro aspecto de interesse da pesquisa era investigar como os entrevistados faziam a relação entre meio ambiente e energia eólica. Sendo a justificativa ambiental pautada na baixa emissão de gases poluentes tão importantes e impulsionadoras da expansão eólica, pareceu importante investigar se os entrevistados incorporaram em seus discursos o slogan de energia limpa. Para esta investigação,

realizamos quatro perguntas: o que entende por meio ambiente; a relação que fazem entre meio ambiente e energia eólica; se percebiam algum benefício para o meio ambiente por causa dos empreendimentos e; se viam alguma transformação na natureza por causa das torres.

As respostas da primeira pergunta apresentaram duas tendências, que poderiam ser identificadas como globalizantes e naturalistas (REIGOTA, 1995; ILHA et al., 2015 apud REIGOTA, 2006). Tivemos respostas completamente integradoras, na medida em que os entrevistados se percebiam como parte desse ambiente; e outra em que enxergavam esse ambiente como natureza, como o habitat, como um “outro”, mas sempre considerando a importância de cuidar desse meio ambiente. Palavras como conservar, reutilizar, reciclar, reduzir, limpar, estiveram presentes nos discursos dos entrevistados. A seguir, exemplos de representação de meio ambiente globalizante e naturalista, respectivamente:

meio ambiente, pra mim, não é só o ambiente, assim, como eu posso dizer, o globo, a terra, é tudo, é a nossa casa, é, todos aspectos, é na área política, queira ou não queira, uma coisa puxa a outra, tá tudo vinculado, né (Entrevistado 9).

o meio ambiente é uma parte fundamental na vida da população [...] precisa ter esse cuidado, porque o meio ambiente é da natureza, a gente tem que preservar ele, o que a natureza faz vem da natureza e a gente tem que conservar (Entrevistado 5).

Compreendendo que a percepção ambiental é a percepção desse ambiente no qual dialogam homem e natureza, agregando sentidos de responsabilidade e cuidado, podemos dizer que, de forma geral, os entrevistados apresentaram uma percepção ambiental na medida em que verificamos uma pungente preocupação com a transformação das dunas, além de outras preocupações, como a geração de resíduos, a rota dos caranguejos no mangue, a desova de tartarugas, alteração na dinâmica dos peixes, preservação das árvores na cidade, organização dos espaços. Aliados a essas preocupações, alguns dos entrevistados ainda ressaltaram a importância de ações ligadas ao sentido de conservação:

quando eu vejo uma parte suja, eu vou lá e limpo, se der pra limpar, eu limpo, quando eu faço o passeio de charrete que eu vejo uma garrafa jogada na praia, eu vou, apanho, boto na charrete, quando chega aqui eu joga no lixo; tem gente de fora que chega e joga assim, sacola, papel de picolé, garrafa na praia, tem vez que nós brigamos (Entrevistado 10).

[...] o sério é você reciclar, reduzir, reutilizar, e no final, é o melhor de vida, é o melhor de vida para toda população (Entrevistado 4).

Entretanto, quando perguntamos se faziam alguma relação entre meio ambiente e energia eólica, nenhum deles se utilizou de termos como energia limpa ou energia renovável para explicar essa relação. Durante as entrevistas, só tivemos um entrevistado que utilizou os termos “energia limpa” e “renovável” e outro que identificou que a eólica era melhor do que as energias anteriores, mas essas considerações não foram retomadas para essa pergunta. Comumente, as relações não foram favoráveis, tivemos cinco respondentes afirmando que não viam relação entre energia e meio ambiente, tivemos três apresentando uma associação negativa como: destruição; poluição visual e possibilidade de problemas com relação à transformação das dunas no futuro. Ainda tivemos um respondente que afirmou que o meio ambiente era mais importante que a eólica e outro que se manteve, notadamente favorável. De modo que essas respostas nos apontam para uma não incorporação das prerrogativas ambientais veiculadas aos empreendimentos eólicos.

Levando em consideração o meio ambiente, a maioria não faz associações positivas, mas quando é levada em conta a questão do emprego ou até mesmo a possibilidade de usufruir dessa energia futuramente as associações se tornam favoráveis. Assim, temos uma percepção que se modifica diante do aspecto investigado.

De modo geral, os entrevistados não identificaram benefícios para o meio ambiente pelos empreendimentos eólicos. Sete respondentes afirmaram que não perceberam nenhum benefício para o meio ambiente. Dentre os três que apresentaram outra resposta, uma afirmou que não houve prejuízos às dunas, mas sem identificar algum tipo de benefício, outro respondente apontou como benefício a reciclagem do lixo produzido nas eólicas e, por fim, outro respondente afirmou haver benefício, mas sem saber identificar de que tipo.

Já com relação às transformações na natureza, tivemos cinco pessoas que identificaram a transformações nas dunas. Um dos respondentes identificou que o barulho das torres eólicas altera a dinâmica dos peixes, outro disse que não houve transformação, mas em seguida fez considerações relacionadas ao aplanamento das dunas e, outros três não identificaram nenhuma transformação.

a partir do momento que entrou esses parques eólicos por aqui, Galos e Galinhos, a gente tinha aqui dunas próxima aqui, bem mais próxima, então assim, quando veio, aquelas dunas já se transformou em pista pra eles movimentarem, então teve que ser destruído, né, foi da natureza, mas foi destruído, mas eu acredito que eles, você descobre o santo pra cobrir outro, eles acharam que não ia prejudicar (Entrevistado 5).

eles espantam os peixes e gera um grande impacto, um grande impacto mesmo, eu não posso dizer assim, porque eu não tenho estudo pra isso, me aprofundar, falar algo além, mas eu creio que gera um grande impacto (Entrevistado 9).

Dessa forma, podemos concluir que a justificativa ambiental, amplamente utilizada nos meios midiáticos, não é incorporada pela população. Durante as entrevistas não ficou claro quais seriam os motivos para essa não incorporação, já que a expansão da energia eólica também é justificada a partir desse apelo ambiental. Fato é que as necessidades ambientais emergentes parecem chegar no território como algo estrangeiro e, no caso de Galinhos, ainda permanece estrangeiro.

A população apresentou uma percepção ambiental com representações de meio ambiente, ou seja, de interação, globalizante e naturalista (REIGOTA, 1995; ILHA et al., 2015 apud REIGOTA, 2006). No entanto, fica evidente, a partir das associações com a energia eólica, que os empreendimentos eólicos não construíram ou transformaram a percepção ambiental dos entrevistados. Essa percepção é anterior à implementação e é por causa dela que parte considerável da população se organizou para questionar alguns direcionamentos de sua implementação, é por causa dela que conseguem perceber outras transformações problemáticas, especialmente relativas aos aspectos naturais de sua paisagem. A justificativa ambiental internacional se torna invisível frente aos problemas ambientais locais ocasionados na implementação dos parques eólicos experienciados pelos entrevistados.

Esse enfraquecimento ou invisibilização dos benefícios ambientais provenientes da energia eólica pode surgir à luz da contradição fundamental engendrada entre sua concepção e sua inserção nas localidades. Assim, as percepções dos entrevistados acabaram fornecendo um panorama também das transformações ocorridas no município, sendo possível tanto perceber como essa percepção se distinguia a partir dos fatores investigados como a possibilidade de tendências gerais formalizadas entre eles, fruto de uma sociabilização e capital simbólico semelhantes (BOURDIEU, 2006).

## Conclusão

Embora possamos dizer que este percurso tenha sido profundamente marcado pela lógica da dominação e da hierarquização do poder, estamos atravessando – de forma institucionalizada desde a década de 1970 – um período de reconstrução da concepção de meio ambiente e das formas de atuação sobre ele, mesmo em um contexto paradoxal. Ainda é dúbio, no entanto, refletir para quem

serve esse apelo da sustentabilidade e o que ele reorienta, de que forma avançaremos nessa reconstrução sem engendrar velhas dicotomias?

Nesse sentido, a construção conjunta com aqueles que vivenciam uma paisagem, um lugar, uma cidade, parece ser uma forma poderosa de diminuir essas dicotomias. Investigar a percepção de alguns moradores de Galinhos nos apontou um panorama de transformações, especialmente da paisagem e das dinâmicas engendradas pelos empreendimentos eólicos. A partir desta investigação, conseguimos identificar quais são as associações feitas para esse tipo de energia, quais aspectos são colocados como negativos e positivos, como essa energia se relaciona com os moradores, as preocupações e esperanças futuras, e como se relacionam energia eólica e meio ambiente a partir de suas experiências. Ou seja, tivemos acesso a fragmentos da vivência e dos sentidos e símbolos constituídos a partir dessa interação, de modo que nos questionamos: o que os empreendimentos eólicos deixam para a população local?

A percepção dos moradores entrevistados é uma percepção em movimento. Encontramos tal dinâmica tanto sob uma perspectiva temporal – marcando assim percepções que foram transformadas desde o período de implementação dos parques eólicos – como também presentes nos deslocamentos a partir do critério ou aspecto investigado, por exemplo: a associação de geração de emprego comumente como uma associação positiva, o que, segundo a literatura de Justiça Ambiental, poderia ser análogo aos mecanismos de neutralização dos conflitos (ACSERALD et al., 2009), enquanto as transformações nas dunas foram comumente uma associação negativa. Em vários momentos, essa percepção apresentou considerações distintas e até mesmo posições antagônicas numa mesma entrevista, a realidade complexa se projetou na complexidade mesmo das falas, de modo que não foram estabelecidas representações estáticas na formalização de sentidos únicos, mostrando assim que as entrevistas foram a melhor opção para esta investigação.

De forma genérica, podemos dizer que há uma boa aceitação da energia eólica, principalmente quando são levados em consideração os benefícios para a comunidade, como o dessalinizador e a geração de empregos, embora as contratações laborais tenham sido temporárias e concentradas na fase de implementação. No entanto, distorções como a constante falta de energia no município, mesmo tendo 71 torres eólicas e a transformação nas dunas como preocupação futura são também apresentadas nas entrevistas.

No tocante à associação entre energia e meio ambiente, concluímos que os empreendimentos eólicos não promoveram uma percepção ambiental, de



modo que não encontramos nas percepções dos entrevistados as justificativas ambientais usadas para sua expansão. É da percepção ambiental anteriormente construída que os moradores desvelam as preocupações com relação às alterações dos aspectos naturais provocados pela implementação da energia eólica no meio ambiente do qual experienciam.

## Referências

ACSERALD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Gramond, 2009.

ABEEÓLICA—ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2019**. Disponível em: <https://bit.ly/3xeEjn4>. Acesso em: ago. 2020.

ANEEL—Agência Nacional de Energia Elétrica. **Brasil alcança 170 mil megawatts de capacidade instalada em 2019**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>. Acesso em: ago. 2020.

ANEEL—Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de informações de geração da ANEEL-SIGA**. Disponível em: <https://bit.ly/3Kms4IM>. Acesso em: ago. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Augusto Pinheiro e Luís Antônio Reto. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARROSO NETO, H. **Avaliação do processo de implementação do programa de incentivo às fontes alternativas de energia (PROINFA), no estado do Ceará**: a utilização da fonte eólica. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

BASTOS, F.; FERRAZ, E.; ROZENDO, C. Que bons ventos as trazem? A investida das usinas eólicas e a reconfiguração dos territórios rurais no Estado do Rio Grande do Norte: desafios e perspectivas. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS, 38., 2014, Caxambu, MG.

BECK, U. **La sociedad del riesgo**: hacia una nueva modernidad. Tradução própria. Espanha: Paidós Surco 25, 2006. p.11-117.

BOURDIEU, P. **O poder simbólico**. Tradução de Fernando Tomaz. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

DEL RIO, V. Cidade da mente, cidade real: **percepção e revitalização da área portuária do RJ in percepção ambiental**: a experiência brasileira. DEL RIO, V.; OLIVEIRA L. (org.). 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999. p. 3-22.

CARVALHO, I. C. M. Paisagem, historicidade e ambiente: as várias naturezas da natureza. **Confluente**. Bologna, v. 1, n. 1, p. 136-157, 2009.

COSTA, R. F. **Ventos que transformam?**: um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. 211f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3LL79PT>. Acesso em: 2 mar. 2018.

DELICADO, A. et al. **Ambiente, paisagem, patrimônio e economia**: os conflitos em torno de parques eólicos em Portugal. 2013. p.11-36. Disponível em: <https://journals.openedition.org/rccs/5198>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FAVARETO, A.; MORALEZ, R. Energia, desenvolvimento e sustentabilidade: definições conceituais, usos e abusos. In: FAVARETO, A.; MORALEZ, R. **Energia, desenvolvimento e sustentabilidade**. Porto Alegre: Zouk, 2014. p.17-73. Disponível em: [https://favaretoufabr.files.wordpress.com/2013/06/favaretomoraldez\\_energiadesenvolvimentosustentabilidade.pdf](https://favaretoufabr.files.wordpress.com/2013/06/favaretomoraldez_energiadesenvolvimentosustentabilidade.pdf). Acesso em: 05 jan. 2018.

FERRAZ, Ednaldo Emílio. **Energia eólica em assentamentos de reforma agrária**: território em disputa: o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo no Rio Grande do Norte. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3xaNrcr>. Acesso em: 12 mar. 2018.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 12. ed. Rio Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

HOFSTAETTER, M. **Energia eólica**: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3DMFSKa>. Acesso em: 08 jun. 2017.

ILHA, P. V.; SOARES, F. A. A.; WOLLMANN, E. M. As percepções de educação ambiental e meio ambiente de professores das séries finais e a influência destas em suas práticas docentes. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, vol. 15, nº2, 2015, p.387-405. Disponível em: <https://bit.ly/3r8wdsn>. Acesso em: maio 2018.

LIBERATO, R. C.; LOBATO, W.; RIBEIRO, W. C. Notas sobre fenomenologia, percepção e educação ambiental. **Sinapse Ambiental**, 2009. p. 42-65. Disponível em: <https://bit.ly/3LRknuJ>. Acesso em: abr. 2018.

MARIN, A. A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 203-222, 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/pea/article/view/30047/31934>. Acesso em: 12 abr. 2018.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. **Confinos [Online]**, [S.l.], v. 11, n. 11, p. 20-29, mar. 2011. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confinos/6970>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. Tradução Carlos Alberto Ribeiro de Moura. – 4ª ed. – São Paulo: editora WNF Martins Fontes, 2011, p.1-280.

NÓBREGA, T. P. Corpo, percepção e conhecimento em Merleau-Ponty. **Estudos de Psicologia**, 13(2), p. 141-148, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epsic/v13n2/06.pdf>. Acesso em: abr. 2018.

PINHO, J.T. Breve panorama da energia eólica in *Energias renováveis*. In: GOLDEMBERG, J.; PALETTA, F.C. (org.). **Energias renováveis**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

POUPART, J. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

PROTOCOLO de Kyoto. Disponível em: <http://protocolo-de-kyoto.info/>. Acesso em: 05 jan. 2018.

QUEIROZ, I. N. L. F. **Percepções no processo de licenciamento de empreendimentos em energia eólica e conflitos socioambientais no município de São Miguel do Gostoso**. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Biotecnologias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/dezva/Downloads/IsaacNewtonLucenaFernandesDeQueiroz\\_DISSERT%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dezva/Downloads/IsaacNewtonLucenaFernandesDeQueiroz_DISSERT%20(1).pdf). Acesso em: mar. 2018.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 1995.

REIS, L.B.; SANTOS, E. C. **Energia elétrica e sustentabilidade**: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. 2. ed. São Paulo: Manole, 2014.

SALINO, P. J. **Energia eólica no Brasil**: uma comparação do PROINFA e dos novos leilões. 2011. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopolir0001705.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2018.

SANTOS, C. S. **Percepção em movimento**: análise das transformações em Galinhos/RN à luz da implementação dos parques eólicos. 2018. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25837>. Acesso em: jun. 2019.

SILVA, K. A. M; XAVIER, Y. M. A. A. A utilização das energias renováveis para a consolidação do desenvolvimento sustentável in *Direito das energias renováveis e desenvolvimento*. In: XAVIER, Y. M. A.; ALVES, F.G; GUIMARÃES, P.B.V. (org.). **Direito das energias renováveis e desenvolvimento**: direito dos recursos naturais e da energia. Natal: EDUFRN, 2013. p. 11-25. v. 7. Disponível em: [https://favaretoufabc.files.wordpress.com/2013/06/favaretomoraletz\\_energiadesenvolvimentosustentabilidade.pdf](https://favaretoufabc.files.wordpress.com/2013/06/favaretomoraletz_energiadesenvolvimentosustentabilidade.pdf). Acesso em: 25 jan. 2018.

TAKS, J. A percepção do invisível: uma contribuição para a compreensão do conceito moderno de energia a partir da perspectiva do habitar. In: STEIL, C. A.; CARVALHO, I. C. M. (org.). **Cultura, percepção e ambiente**. São Paulo: Terceiro Nome, 2012, p. 49-67.

VASCO, A. P.; ZAKRZEWSKI, S. B. B. O estado da arte das pesquisas sobre percepção ambiental no Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 34, n. 125, p. 17-28, p.17-28, mar. 2010. Disponível em: [http://www.uri-er.edu.br/site/pdfs/perspectiva/125\\_71.pdf](http://www.uri-er.edu.br/site/pdfs/perspectiva/125_71.pdf). Acesso em: abr. 2018.

# Percepção ambiental para identificação dos impactos ambientais de parques eólicos: o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo – RN

*Andréia Castro de Paula Nunes*

*Gerda Lúcia Pinheiro Camelo*

*Gesinaldo Ataíde Cândido*

*Robson Garcia da Silva*

## Introdução

**O** USO DA ENERGIA EÓLICA tem assumido um papel importante enquanto alternativa às fontes fósseis, em razão da não geração de gases de efeito estufa durante a sua operação. Sua expansão, no Brasil, é influenciada pela qualidade do recurso eólico nas regiões nordeste e sul – onde se encontram a maior parte dos parques eólicos do país – mas também em virtude da realização dos leilões de energia promovidos pelo governo federal, nos últimos anos.

Na atualidade, a fonte eólica possui uma capacidade aproximada de 16 GW de potência instalada, com 659 parques eólicos em funcionamento. Esses números consolidam a energia eólica como a terceira maior fonte em capacidade instalada do país, com 9,3% de participação na matriz energética, atrás apenas da fósil (petróleo, gás natural e carvão mineral), com 16% e da hídrica, com 62,9%, que é a principal fonte de energia do Brasil (ANEEL, 2020).

Apesar do crescimento e do papel importante na contribuição para uma matriz energética mais limpa, os parques eólicos têm gerado impactos ambientais significativos que afetam, principalmente, às populações circunvizinhas aos empreendimentos (IMPROTA, 2008; COSTA, 2015; MACEDO, 2015; FERRAZ, 2015; HOFSTAETTER, 2016; ESPÉCIE, et al., 2018; GORAYEB; BRANNSTORM; MEIRELES, 2019).

Contudo, pouco se sabe sobre os impactos mais sentidos, vivenciados e percebidos das populações afetadas. Isso porque não tem sido comum a utilização da percepção ambiental como forma de coleta de dados para tomadas de decisões como no processo de avaliação de impactos de parques eólicos e outros estudos.

Em tal situação se encontra o assentamento Zumbi/Rio do Fogo (AZRF), localizado no município de Rio do Fogo, no Rio Grande do Norte (RN), onde operam dois parques eólicos, sendo um deles o primeiro instalado no estado, no ano de 2006. Estudos foram realizados na área, mas ainda pendia a questão dos impactos ambientais mais percebidos pelos habitantes do assentamento em que foi instalado o primeiro parque eólico do RN. Nesse contexto, o presente estudo surge da seguinte indagação: que impactos, dos parques eólicos, são mais percebidos pela população do assentamento Zumbi/Rio do Fogo (AZRF)? Portanto, este estudo buscou identificar os principais impactos ambientais desses empreendimentos, por meio da percepção ambiental dos assentados.

Face ao exposto, partimos das premissas de que: (1) a análise da percepção ambiental permite identificar os impactos ambientais mais relevantes no olhar dos habitantes afetados pelos parques; e (2) esses impactos são os que atingem, os hábitos, as rotinas, as atividades econômicas e transformam o espaço físico da população. A partir dessa análise de percepção, podemos identificar os principais impactos ambientais e o estudo pode servir de base para uma proposta de medidas mais justas e adequadas a quem conviverá com esses empreendimentos.

## **Percepção ambiental: uma breve reflexão teórica**

Considerada o elo inicial da sequência de processos psicológicos presentes nas interações do ser humano com o ambiente (PINHEIRO, 2004), a percepção ambiental é um processo cognitivo que se inicia quando os estímulos externos da realidade adentram no interior de cada ser humano através da noção sensorial (visão, audição, tato, paladar e olfato). Ou seja, os estímulos sensoriais (imagens, sons, texturas, sabores ou cheiros), advindos do meio ambiente, passam por filtros culturais e individuais para se transformar em percepções, isto é, pensamentos com significados (OLIVEIRA, 2009; BOCK, 2008). Esses filtros culturais e individuais são cunhados no desenvolvimento humano a partir do contexto histórico e dos valores culturais impostos à criança desde o nascimento e, por isso, “duas pessoas não veem a mesma realidade e nem dois grupos sociais fazem exatamente a mesma avaliação do meio ambiente” (TUAN, 1980, p. 6).

O estudo da percepção ambiental trata de conhecer as causas da realidade de determinada questão ambiental e de compreender a relação do homem com o meio ambiente, a fim de utilizá-la ou transformá-la a favor da resolução de problemas (OLIVEIRA, 2009).

Assim, estudar a percepção ambiental da população afetada por impactos ambientais dos parques eólicos no AZRF, se configura como uma forma de participação pública na coleta de informações, o que contribui na compreensão do espaço estudado, a partir do olhar e da relação de agentes com o seu meio de convívio.

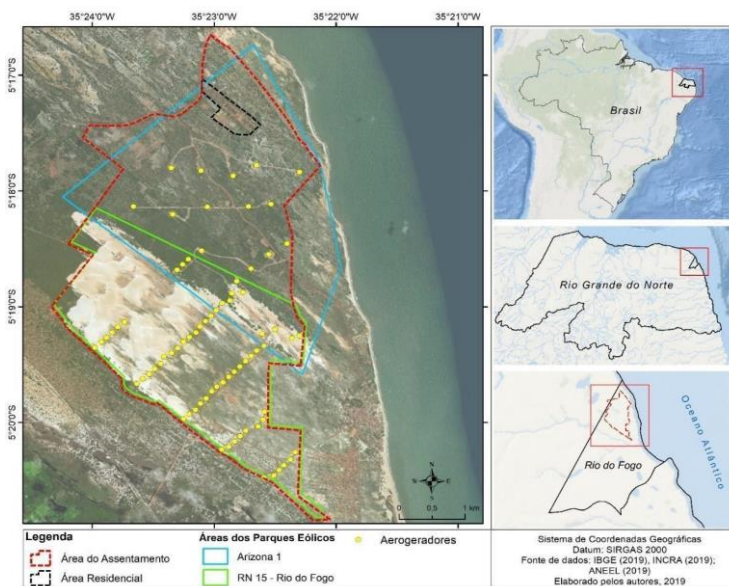
## **Procedimentos metodológicos**

Priorizando apresentar com clareza os procedimentos metodológicos, esta seção foi dividida em duas subseções, são elas: caracterização do local do estudo e classificações e metodologia da pesquisa.

### *Caracterização do local do estudo*

O Assentamento Zumbi/Rio do Fogo (AZRF) foi criado em 1987 e possui uma área total de quase 1700 hectares e é destinado à ocupação máxima de 72 famílias (INCRA, 2016). Entretanto, de acordo com os dados do presidente do assentamento (à época), além das 72 famílias regulares, cerca de outras 78 vivem na área irregularmente.

O assentamento possui dois parques eólicos em operação dentro de sua área (Figura 1). O primeiro, denominado RN-15, possui 62 aerogeradores com potência total instalada de 49,3MW, e funciona desde 2006 (ANEEL, 2016). Esse foi o primeiro parque para geração de energia distribuída instalado no RN. O segundo, o Arizona 1 (Figura 2), iniciou a operação em 2013, possui 14 aerogeradores instalados, gerando uma potência total de 28MW (ANEEL, 2016). Ambos são empreendimentos da empresa Força Eólica do Brasil (associação entre as empresas espanhola Iberdrola e a brasileira Neoenergia) e geram energia elétrica distribuída para o Sistema Interligado Nacional (SIN). As figuras 1 e 2 ilustram, respectivamente, um mapa destacando o assentamento, os parques eólicos e seus aerogeradores; e um registro fotográfico dos aerogeradores do parque Arizona 1.

**Figura 1**—Delimitação do assentamento, dos parques eólicos e de seus aerogeradores

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019)

**Figura 2**—Parte dos aerogeradores do Parque Arizona 1 e do RN-15 (ao fundo)

**Fonte:** Araújo, 2016



### *Classificações e Metodologia da pesquisa*

De acordo com as classificações expostas por Gil (2008), quanto ao objetivo, a pesquisa se classifica como exploratória e descritiva. Quanto aos procedimentos técnicos, utilizamos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso.

O estudo do AZRF se classifica como estudo de caso, uma vez que buscamos proporcionar a visão mais completa do problema apresentado (GIL, 2002). Assim, por meio de um mergulho profundo e exaustivo, o estudo de caso possibilita a penetração na realidade social que não é conseguida unicamente pela análise estatística (GOLDENBERG, 2007).

Devido à natureza qualitativa da pesquisa, para a consideração atenta da percepção ambiental e coleta de dados primários, realizamos entrevistas semiestruturadas. Esse tipo de entrevista possibilitou maior liberdade de resposta, facilitando a profundidade e a compreensão necessárias nos estudos de percepção ambiental.

Quanto à definição do roteiro da entrevista semiestruturada, seguimos as considerações essenciais e inerentes ao processo de elaboração de roteiro de entrevistas semiestruturadas. Segundo Manzini (2003), o roteiro tem como propósito conduzir o pesquisador na conversa orientada (entrevista) para atingir o objetivo pretendido da pesquisa.

Desse modo, para a elaboração do roteiro de entrevista, consideramos as pesquisas existentes na área, em conjunto com as publicações sobre impactos ambientais de parques eólicos, além das visitas de campo. Como produto dessa etapa metodológica, obtivemos o roteiro de entrevista que consistiu em questionar os assentados sobre: (1) alterações na qualidade e/ou limitações no uso do solo; (2) alterações na vegetação nativa e nas plantações agrícolas; (3) alterações na fauna silvestre ou doméstica (gados ou caprinos); (4) alterações nos cursos d'água naturais; (5) alteração de emprego; (6) alterações na paisagem; (7) criação ou favorecimento de novas atividades econômicas; (8) geração de conflitos de interesse; (9) qualquer outro ponto que julgassem interessante relatar em relação aos parques.

Além disso, incentivamos os entrevistados a pensar e resgatar as alterações relevantes em cada dimensão afetada pelos impactos e em cada fase dos empreendimentos. Utilizamos o termo alteração em detrimento do termo impacto ambiental para facilitar a comunicação com os assentados. E, sempre que necessário, alguns termos técnicos do roteiro foram adaptados para melhor fluidez na entrevista com os entrevistados.

Outro fator importante foi a definição do perfil dos entrevistados. Essa definição foi necessária para evitar a influência de fatores externos aos parques eólicos e a consideração de indivíduos em condição de mesma (ou muito próxima) relação com o ambiente. Estabelecemos, portanto, dois critérios para a seleção de entrevistados.

O primeiro foi considerar apenas os habitantes em regularidade junto ao INCRA. Os habitantes em situação irregular não usufruem dos benefícios diretos da regularidade, como a participação em projetos e indenizações. Constatamos que tal fator, evidentemente, influencia na percepção sobre o espaço em que residem, trazendo à tona alguns anseios e conflitos que escapam à discussão aqui proposta. Cabe ressaltar que tal delimitação se deu pela exequibilidade da pesquisa e consideramos a relevância desses agentes no local estudado.

Já o segundo critério de seleção de entrevistados, levou em consideração a idade da população. Pessoas muito jovens provavelmente não lembrariam facilmente das épocas anteriores à instalação do primeiro parque eólico do assentamento, construído há quase 15 anos, prejudicando assim o entendimento dos impactos. Para resumir, definimos que a população adulta, em situação regular e que residisse no assentamento desde o início da instalação dos parques eólicos, seria entrevistada.

Para atestar a representatividade dos dados coletados na definição do número de entrevistados, utilizamos o Critério de Saturação. Esse critério considera que, quando os temas e/ou argumentos começam a apresentar um padrão de repetição, uma maior quantidade de entrevistados não irá contribuir significativamente para a representatividade do conteúdo, o que nos conduziu a outras poucas entrevistas encerrando a amostragem (SÁ, 1998).

As entrevistas ocorreram nas visitas de campo, realizadas nos dias 03 de abril, 03 de junho e 12 de outubro de 2016 com 14 assentados e foram gravadas (após comunicação e consentimento dos entrevistados), totalizando 4 horas e 30 minutos de áudios. Para permitir uma análise metódica dos dados qualitativos, analisamos as entrevistas por meio do conjunto de instrumentos metodológicos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Essa análise se organiza em torno de três fases, quais sejam: pré-análise, exploração do material e interpretação.

A pré-análise consistiu na transcrição e leitura, na íntegra, de todas as entrevistas realizadas. Foi a base para a referência dos índices e elaboração dos indicadores dos recortes textuais que abordassem os impactos ambientais relatados. Determinamos que as frases com verbos indicativos de alterações seriam os

códigos ou elementos textuais (BARDIN, 2011) que deveriam ser recortados para a análise categórica.

As fases de exploração do material e interpretação consistiram no seguimento do plano de análise dos resultados, que realizamos em constante diálogo entre a teoria e a operacionalização da análise. Em uma planilha dispusemos todas as 79 indicações de alterações encontradas nos discursos dos entrevistados e, depois, categorizamos os conteúdos para permitir a análise dos resultados.

Após a obtenção dos resultados da análise, com o auxílio de pesquisa bibliográfica e documental, cada alteração destacada pelos assentados teve a nomenclatura associada ao impacto ambiental correspondente, totalizando uma lista com 22 tipos de impactos ambientais.

Para a seleção dos principais impactos ambientais, excluímos 8 impactos que foram citados por apenas um entrevistado. Essa exclusão se embasa do critério de saturação, que considerou a repetição das respostas como fator decisivo para representatividade da amostra. A partir da Análise de Conteúdo, também categorizamos os impactos ambientais nas dimensões social, econômica e natural.

A Figura 3 apresenta o resumo de todas as etapas do estudo de caso e seus respectivos meios de pesquisa. Na seção seguinte apresentaremos os resultados da pesquisa.



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

## Resultados e Discussão

Como resultados, apresentamos no Quadro 1: as alterações indicadas pelos entrevistados, a descrição do impacto e sua dimensão (social, econômica e natural).

**Quadro 1:** Alterações indicadas pelos entrevistados, a descrição do impacto e sua dimensão (social, econômica e natural)

Alteração indicada pelos entrevistados	Descrição do impacto	Dimensão
“Na paisagem, por exemplo, existia umas dunas altas” (Entrevistado 13, 2016).	1 - Alterações na forma da paisagem	Social
“acho bonito. A torre...” (Entrevistado 1, 2016).		
“As torres, né. As torres são muito bonitas” (Entrevistado 10, 2016).		
“ficou mais bonito” (Entrevistado 3, 2016).		
“mudou a paisagem muito” (Entrevistado 7, 2016).		
“Que a gente olha pra acolá e vê as coisas tudo bonita!” (Entrevistado 8, 2016).		
“Mudou porque a gente vê as torres” (Entrevistado 9, 2016).	2 - Aumento do número de pessoas ociosas	Social
“não pode trabalhar por cima da fiação não” (Entrevistado 1, 2016).		
“Até porque depois do parque eólico abandonaram os roçados, não tem mais plantação, os bichos estão soltos” (Entrevistado 14, 2016).		
“comeu metade todinha do terreno” (Entrevistado 3, 2016).		
“aí a gente que é dono dos terrenos, ninguém pode trabalhar nos terrenos” (Entrevistado 5, 2016).		
“Pode plantar, se quiser, pode plantar. Só não assim, no espaço onde... tem o limite, né, da área de segurança” (Entrevistado 13, 2016).	3 - Aumento de programas socioeconômicos para o assentamento	Social
“Cada um recebeu 1.916, 00 reais. Mas não foi dinheiro não, foi obrigado a tirar gado” (Entrevistado 1, 2016).		
“o que nós recebemos do primeiro parque foi 100 mil reais” (Entrevistado 12, 2016).		
“no primeiro parque teve um recurso que eles, devido ao impacto, essas coisas, para ajudar o assentamento” (Entrevistado 13, 2016).		

“a gente com umas vacas velhas e doentes” (Entrevistado 14, 2016).				
“teve um repasse pra gente, era 120 mil reais, compraram um gado reio” (Entrevistado 3, 2016).				
“Recebemos ainda uma (vaca)” (Entrevistado 9, 2016).				
“tinha um negócio que fazia e desaparecia, tipo um vrummy, e desaparecia. Um barulho” (Entrevistado 1, 2016).	4 - Aumento do nível de pressão sonora – Desconforto auditivo	Social		
“3 pessoas que disseram que incomodava muito (o ruído)” (Entrevistado 13, 2016).				
“Quando o vento tá brando a gente escuta” (Entrevistado 14, 2016).				
“a gente escuta daqui é o ‘vrummy” (Entrevistado 2, 2016).				
“Só de noite assim, quando o vento tá bem parado é que dá pra ouvir” (Entrevistado 4, 2016).				
“é uma zoadada tão grande aqui” (Entrevistado 5, 2016).				
“incomodava logo no início [ruído]” (Entrevistado 6, 2016).				
“a gente escuta o barulho bem alto” (Entrevistado 7, 2016).				
“Uma barulheira dentro de casa” (Entrevistado 8, 2016).				
“A gente ouve o barulho” (Entrevistado 9, 2016).				
“Liminares para tentar derrubar a negociação que a gente tinha feito” (Entrevistado 13, 2016).			5 - Conflito sobre o recebimento de benefícios	Social
“Ele lutou e conseguiu esse negócio que achavam que não podia ser, que não tivesse direito” (Entrevistado 2, 2016).				
“fecharam as entradas pra gente ir pra lá” (Entrevistado 14, 2016).	6 - Desvio ou interrupção de acessos locais	Social		
“mudou que não pode nem andar. por que não deixa a gente passar” (Entrevistado 5, 2016).				
“tem vigia que quando a pessoa vai passar por lá e perguntam aonde a pessoa vai” (Entrevistado 7, 2016).				
“O que ele fez foi isso aqui, né (estrada), ajeitou, botou piçarro” (Entrevistado 10, 2016).	7 - Melhoria dos acessos do assentamento	Social		
“fizeram essa estrada aqui” (Entrevistado 13, 2016).				
“não pode trabalhar por cima da fiação não” (Entrevistado 1, 2016).	8 - Redução da atividade agrícola	Social		
“Até porque depois do parque eólico abandonaram os roçados, não tem mais plantação, os bichos estão soltos” (Entrevistado 14, 2016).				

“comeu metade todinha do terreno” (Entrevistado 3, 2016).				
“aí a gente que é dono dos terrenos ninguém pode trabalhar nos terrenos” (Entrevistado 5, 2016).				
“Pode plantar, se quiser, pode plantar. Só não assim, no espaço onde... tem o limite, né, da área de segurança” (Entrevistado 13, 2016).				
“recebe 200 e uns quebrados” (Entrevistado 1, 2016).	9 - Aumento da renda familiar mensal	Econômica		
“E agora que tamo recebendo, há três anos desse [porque eólico]” (Entrevistado 12, 2016).				
“a gente recebe uns duzentos e poucos reais por mês e mais nada” (Entrevistado 14, 2016).				
“todo mês entrava um dinheiro na nossa conta” (Entrevistado 2, 2016).				
“a gente recebe a ajuda de uns 280 reais” (Entrevistado 3, 2016).				
“hoje nós recebemos um tantinho” (Entrevistado 4, 2016).				
“a gente recebe 200” (Entrevistado 5, 2016).				
“dinheiro [pela perda de plantação]” (Entrevistado 6, 2016).				
“mensalmente vem a quantia pra cá...” (Entrevistado 7, 2016).				
“a gente recebe 200 e poucos” (Entrevistado 8, 2016).				
“Mensal são 20 mil reais. Mais de 20 mil” (Entrevistado 13, 2016).				
“mas ele indenizou os cajueiros” (Entrevistado 12, 2016).			10 - Compensação financeira – aumento pontual da renda familiar	Econômica
“pagaram só cinco pés de cajueiro” (Entrevistado 3, 2016).				
“acho que eles ainda pagaram (cajueiros derrubados)” (Entrevistado 8, 2016).				
“Mas ele pagou (cajueiros derrubados)” (Entrevistado 9, 2016).	11 - Economia de gastos com água e energia	Econômica		
“recebe a água e a luz” (Entrevistado 1, 2016).				
“nós não pagamos energia e nem pagamos luz” (Entrevistado 10, 2016).				
“acesso de uma energia mais favorável” (Entrevistado 14, 2016).				
“a gente não paga energia e nem água, quem paga é a empresa” (Entrevistado 4, 2016).				
“o que a gente recebemos aqui foi água e luz” (Entrevistado 5, 2016).				

“não tinha nem energia” (Entrevistado 8, 2016).		
“Na época foi, o meu esposo [empregado no parque eólico]” (Entrevistado 10, 2016).	12 - Geração de emprego	Econômica
“Ele trabalhou um ano e três meses” (Entrevistado 4, 2016).		
“eu trabalhei aqui na segunda eólica” (Entrevistado 7, 2016).		
“No lugar que foi colocado [o parque] foi retirado os cajueiros” (Entrevistado 10, 2016).	13 - Redução da produção agrícola	Econômica
“teve gente que tinha cajueiro” (Entrevistado 11, 2016).		
“Algum [cajueiro] que ele derrubou na época” (Entrevistado 12, 2016).		Econômica
“derrubaram os cajueiros” (Entrevistado 14, 2016).		
“dos outros perderam. Cajueiro, mangueira...” (Entrevistado 8, 2016).		
“Perdemos só uns cajueiros” (Entrevistado 9, 2016).		
“porque tinha uma mata mais fechada, mais densa” (Entrevistado 13, 2016).	14 - Perda de vegetação nativa	Natural
“desmatamento que teve para abrir as estradas” (Entrevistado 4, 2016).		
“Aí os animais se afastaram mais” (Entrevistado 13, 2016).	15 - Afugentamento da fauna	Natural
“Cobra! Cobra! Caranguejeira” (Entrevistado 8, 2016).		

Fonte: Elaboração dos autores

O quadro acima, em sua primeira coluna, apresenta os trechos do discurso dos assentados que permitiram a identificação de impactos ambientais. A simples menção de palavras como “alteração no solo”, por exemplo, já foi suficiente para que eles fizessem associação com diversos elementos, os quais relacionavam ao solo. Aqui, podemos compreender que para os assentados o solo é sinônimo de trabalho, estabilidade, moradia, renda, comida e subsistência. Parque eólico, por sua vez, é sinônimo de trabalho e renda — sendo o trabalho qualificado como muito bom, mas por um período pequeno e limitado; e a renda, embora importante, não é suficiente para que se desenvolvam e tenham melhores condições de vida, conforme seus próprios discursos. A vegetação é sinônimo de agricultura, principalmente os cajueiros que foram retirados para a construção das estradas do parque eólico.

Dessa forma, na análise da percepção ambiental dos assentados, identificamos 15 impactos ambientais. Desse total, 153%, ou seja, 8, foram da dimensão social. Esse resultado corrobora os estudos de Meireles (2011); Moreira et al. (2013); e Mendes, Goraieb e Brannstrom, (2016), os quais evidenciaram que a maioria dos impactos de parques eólicos afetam, sobretudo, questões sociais. Nessa dimensão, observamos que o impacto mais presente no discurso dos assentados foi o aumento do nível de pressão sonora — Desconforto auditivo (nº 4, do Quadro 1). Esse impacto é considerado negativo e é causado a partir do funcionamento dos aerogeradores que produzem um ruído não muito alto, mas intermitente, que tem incomodado a população.

A segunda dimensão com mais representatividade foi a dos impactos econômicos, com 7 impactos ambientais identificados, representando 46% do total de impactos. O impacto mais presente (11 citações) foi o aumento da renda familiar mensal (nº 9, do Quadro 1). Destacamos que esse impacto positivo foi o mais citado de todas as dimensões e ocorreu em virtude do arrendamento do solo, que gera cerca de R\$ 260,00 mensais por família. Aqui, entendemos que ao lembrar da indenização, muitos assentados associavam-na à dificuldade que foi para obtê-la. Isso ocorreu em razão da necessidade de ação judicial do assentamento para solicitar que a quantia fosse diretamente para os assentados e não para o INCRA.

De um modo geral, percebemos que boa parte dos impactos citados na dimensão social são positivos. No entanto, a percepção dos assentados na área estudada também mostra desapontamentos. Promessas foram feitas antes da instalação dos parques e não foram cumpridas, o que pode contribuir para o surgimento de injustiças e conflitos ambientais no assentamento, conforme já previsto por outros autores (IMPROTA, 2008; PORTO; FINAMORE; FERREIRA, 2013; FERRAZ, 2015; COSTA, 2016; HOFSTAETTER, 2016).

Em contraste com o número de impactos econômicos e sociais, a dimensão com menor número de impactos percebidos pelos assentados foi a do ambiente natural. Foram apenas 2 impactos citados — a Perda da vegetação nativa (nº 14, do Quadro 1) e o Afugentamento da fauna (nº 15, do Quadro 1) — representando apenas 1% do total de impactos percebidos. A perda de vegetação nativa, por exemplo, foi causada pelo desmatamento na fase de instalação dos dois parques eólicos. Os indivíduos que citaram esse impacto perceberam que foi necessária a remoção de vegetação nativa. Já o afugentamento da fauna local foi mencionado por pessoas que perceberam o aumento de animais silvestres na área do assentamento (cobras e aranhas), ou que tiveram contato com caçadores locais que os in-



formavam sobre o desaparecimento de algumas espécies. Destacamos que os entrevistados, quando questionados sobre impactos na fauna — como mortalidade de pássaros ou outros animais silvestres — demonstraram expressões de surpresa, o que pode indicar que nem todos os impactos da atividade eólica são percebidos ou considerados pelos assentados. É necessário ressaltarmos também que os 2 impactos referentes ao ambiente natural citados pelos assentados são considerados os mais comuns em parques eólicos nessa dimensão segundo alguns estudos (TERCIOTE, 2002; RUIZ; SERRANO 2008; LOUREIRO; GORAYEB; BRANNSTROM, 2015; ESPÉCIE, et al., 2018).

## **Conclusões e Considerações finais**

Após estudar os impactos ambientais a partir da percepção ambiental da população afetada pelos parques eólicos, no caso do AZRF, chegamos às seguintes conclusões: (1) os habitantes do assentamento destacam, em suas percepções, 15 impactos ambientais; (2) Os impactos da dimensão social foram os mais citados pelos assentados, com destaque para o aumento do nível de pressão sonora — Desconforto auditivo; (3) Apesar de a dimensão social ter apresentado mais citações, o impacto mais percebido pelos assentados foi o Aumento da renda familiar mensal da dimensão econômica.

Consideramos que o presente estudo demonstra como a percepção ambiental pode ser fonte de informações sobre os impactos de parques eólicos na visão de uma população diretamente afetada. Isso, além de valorizar o conhecimento da população na coleta das informações, considerando os seus significados, também pode permitir que sejam tomadas decisões mais assertivas, criativas e justas, nos programas de monitoramento e gestão ambiental por parte da empresa gestora do empreendimento. Nesse sentido, sugerimos que os estudos de percepção ambiental sejam mais utilizados nos processos de tomada de decisões, a exemplo da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) de parques eólicos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Sistema de Informações de Geração da ANEEL—SIGA. Disponível em: <https://bit.ly/3LOncwE>. Acesso em: out. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BITTENCOURT, C. M. A. **A informação e os indicadores de sustentabilidade**: um estudo de caso no observatório regional base de indicadores de sustentabilidade metropolitano de Curitiba—ORBISMC. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)—Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

BOCK, A. M. B. **Psicologias**: uma introdução ao estudo de Psicologia. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Indicadores ambientais na pesquisa mineral**. Brasília: MME, 2006. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir934/RelatConsultoriaApresentaoMME\\_PesquisaMineral\\_1.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir934/RelatConsultoriaApresentaoMME_PesquisaMineral_1.pdf). Acesso em: jul. 2016.

ARAÚJO, A. L. C. Vista de alguns dos aerogeradores do parque Arizona. 2016. 1 fotografia.

CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G. Os ventos da inovação: a experiência brasileira em energia eólica. In: CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G.; SOARES, M. C. C. (org.). **Sustentabilidade socioambiental em um contexto de crise**. Rio de Janeiro: Epapers, 2015. p. 389-422.

COSTA, R. F. **Ventos que transformam?**: um estudo sobre o impacto da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte. 2015. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais)—Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

ESPÉCIE et al. Avaliação de impacto ambiental em projetos eólicos no Brasil: uma análise a partir de estudos ambientais de empreendimentos vencedores nos Leilões de Energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO, 4, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3vojxF3>. Acesso em: mai. 2019.

FERRAZ, E. E. **Energia eólica em assentamento de reforma agrária**: território em disputa: o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo no Rio Grande do Norte. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais)—Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

GOYAREB, A.; BRANNSTORM, C.; MEIRELES, A. J. A. **Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil**. Fortaleza: Edições UFC, 2019. p. 25-44.

HOFSTAETTER, M. **Energia eólica**: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

IMPROTA, R. L. **Implicações socioambientais da construção de um parque eólico no município de Rio de Fogo – RN**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Assentamentos do Rio Grande do Norte**. [Online], 2016. Shapefile. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://bit.ly/3v3qr7x>. Acesso em: ago. 2016.

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, número especial (1), p. 24-38, out. 2015.

MACEDO, L. D. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia, Campinas, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3uY4eg9>. Acesso em: maio 2016.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINE, M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE, S. (org.) **Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial**. Londrina: Eduel, 2003. p.11-25.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. **Confins** [Online], 11, 2011. Acesso em: 07 mar. 2017. URL : <http://journals.openedition.org/confins/6970> ; DOI : 10.4000/confins.6970.

MENDES, J. S.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Diagnóstico participativo e cartografiSocial aplicados aos estudos de impactos das usinas eólicas no litoral do Ceará: o caso da Praia de Xavier, Camocim. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, número especial (2), p. 243-254, nov. 2015

MOREIRA, R. S. et al. Energia eólica no quintal da nossa casa?! Percepção ambiental dos impactos socioambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do cumbe em Aracati-CE. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**: GeAS, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 45-73, 2003.

OLIVEIRA, L. Percepção ambiental. **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v. 6, n. 2, jul./dez. p. 56-72, 2009.

PINHEIRO, J. Q. Experiência “ambiental” de ambientes representados. In: GÜNTHER, H; PINHEIRO, J.; GUZZO, R. S. L. **Psicologia ambiental: entendendo as relações do homem com seu ambiente**. Campinas, SP: Alínea, 2004. p.166-180.

PORTO, M. F. S; Finamore, R; Ferreira, H. Injustiças da sustentabilidade: conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil. **Revista Crítica de Ciências Sociais** [On-line], 100, 2013. Disponível em: <http://journals.openedition.org/rccs/5217>. DOI :10.4000/rccs.5217.

RUIZ, M. J.; SERRANO, T., M. L. Elección de criterios y valoración de impactos ambientales para la implantación de energía eólica. **Papeles de Geografía**, v. 47, p. 171-183, jan.-dez., 2008.

SÁ, C. P. de. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

SIMÕES, S. C. D. **Caracterização do ruído produzido por um parque eólico: efeito sobre a população**. 2015. Tese (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) – Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2015.

TENDERO, S. **Parques eólicos e os impactos socioeconômicos e ambientais na percepção de agricultores em Osório-RS**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

TERCIOTE, R. A energia eólica e o meio ambiente. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <https://bit.ly/3JlwSge>. Acesso em: 19 Apr. 2016.

TUAN, YI-FU. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: DIFEL, 1980.

# Olhares sobre os impactos socioambientais das energias renováveis no município de Areia Branca – RN

*Loren Cassiane Souza Silva  
Zoraide Souza Pessoa*

## Introdução

**A**S MUDANÇAS CLIMÁTICAS vêm sendo intensificadas por consequência das ações antrópicas (IPCC, 2013). Essas mudanças alteram as dinâmicas naturais do planeta e causam impactos em diferentes proporções, sobretudo, atingindo as populações que se encontram mais vulneráveis ambiental, social e economicamente (MC BEAN, 2004).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) caracteriza esse fenômeno como “mudança no estado do clima que pode ser identificada por mudanças na média ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um período extenso, geralmente décadas ou mais” (IPCC, 2012; BRAGA, 2012, p. 3).

Contudo, as atividades cotidianas que utilizam, em grande parte, a queima de combustíveis fósseis para manter suas funções, mostram-se como a principal ação humana que acelera e intensifica as mudanças do clima, pois a mesma libera gases de efeito estufa (GEE) que aumentam a temperatura do ar, e com os eventos climáticos extremos cada dia mais frequentes, se torna urgente conter essas emissões (ALVES, 2015).

As consequências das mudanças climáticas se expressam através do aumento da probabilidade de ocorrência de situações que podem potencializar desastres e eventos extremos, como

enchentes urbanas, deslizamentos, tempestades, contaminação dos solos por produtos químicos, acidentes industriais, irradiação, além dos perigos provenientes da própria poluição e degradação, como as ilhas de calor, a inversão térmica, riscos à saúde e riscos à própria vida (HOGAN; MARANDOLA, 2005, p. 24).

No âmbito desses acontecimentos, a discussão acerca de formas de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas – que, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), caracteriza-se como esforços para limitar as emissões de GEE – ocorre de maneira fundamental para que se possa desenvolver técnicas e procedimentos que controlem tais processos.

Diante dos questionamentos, sobretudo, da organização de movimentos socioambientais e da realização da Conferência de Estocolmo, referentes aos danos ao meio ambiente e aos riscos que o uso exacerbado dos recursos naturais pode causar ao planeta e às pessoas, começam a ser discutidos caminhos para o desenvolvimento sustentável (DS), termo que começou a ser tangenciado a partir do Relatório Nosso Futuro Comum ou Brundtland da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, mas se populariza, principalmente, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992. Podemos dizer que a busca pelo DS é uma forma eficiente de controle das mudanças climáticas, pois esse modelo de desenvolvimento busca a promoção socioeconômica, tecnológica e desenvolvimento local aliado à preservação do meio ambiente.

Em meio à discussão sobre o DS, a incorporação desse modelo de desenvolvimento na geração e distribuição de energia revela-se como um desafio fundamental, já que a matriz energética mundial tem como base fontes de energia advindas de combustíveis fósseis, que não possuem capacidade rápida de renovação, degradam o meio ambiente, e potencializam as mudanças do clima. No entanto, pensando na garantia da segurança energética e na perspectiva do DS, outras fontes alternativas de energia começaram a ser pensadas e desenvolvidas, sobretudo a partir dos anos 1970, embora ainda neste momento não efetivamente explícita a preocupação mitigadora de redução dos gases do efeito estufa:

[...] Foi, principalmente, a partir dos anos 1970 que se passou a questionar que a capacidade de suporte do planeta é limitada, que a utilização desenfreada e desordenada dos recursos naturais, sejam eles renováveis ou não renováveis, decorrente de um estilo de vida baseado no consumo e, a poluição, como consequência desse uso, podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente (HOFSTAETER, 2016, p. 1).

Com isso, principalmente a partir dessa época, começaram a ser desenvolvidas outras formas de geração de energia que causem menos malefícios ao meio ambiente e auxiliem as fontes tradicionais a atender, de maneira pontual, a demanda energética de vários países.

Atualmente no Brasil, mais da metade da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) é resultado de fontes renováveis, sendo a hídrica, que é uma fonte renovável, a mais tradicionalmente produzida no país, responsável por 62,90% da geração de energia (ANEEL, 2020). Somados aos outros potenciais renováveis, o país poderá ter uma condição confortável no aspecto da geração de energias renováveis.

Se, por um lado, as reservas de energias oriundas de combustíveis fósseis são relativamente reduzidas, por outro, os potenciais hidráulicos, da radiação solar, da biomassa e da força dos ventos são suficientes para garantir a autossuficiência energética do país (ANEEL, 2002, p. 7).

As energias eólica e solar também multiplicaram suas produções no país, essencialmente na última década, evidenciando-se como fontes energéticas promissoras para o país. Atualmente, a eólica é responsável por 9,51% da oferta de energia elétrica brasileira e a produção solar por 1,79%. A biomassa também se estabilizou no país com 8,75% de oferta de energia, indicando que a matriz energética brasileira reflete o atual cenário de expansão das energias renováveis no mundo (ANEEL, 2020).

Essas formas de geração de energia causam pouco impacto ao meio ambiente, pois utilizam fontes naturais e inesgotáveis da terra como combustível para suas produções, como é o caso da energia eólica e solar, que tem como base de seus empreendimentos o vento e os raios solares. Nesse caso, “as energias renováveis também são as maiores contribuintes para o fornecimento de eletricidade com baixo teor de carbono” (EYRE et al., 2018, p. 02), contribuindo, também, com o processo de descarbonização no setor energético mundial (EYRE et al., 2018), promovendo a sustentabilidade nas produções de eletricidade. Todavia, é importante ressaltar que mesmo sendo considerada limpa em relação às emissões de gases do efeito estufa, seu processo de produção e sua cadeia produtiva, não é, sendo caracterizada, por grandes impactos socioambientais e na geração de conflitos socioambientais, tanto no contexto das usinas hidrelétricas como nas instalações dos parques eólicos (HOFSTATTER, 2016).

Entre os estados brasileiros produtores de energia renovável, o Rio Grande do Norte (RN) destaca-se em relação à produção eólica, sendo líder na geração dessa fonte energética (ANEEL, 2020). O RN também destaca-se de forma promissora em relação ao desenvolvimento de energia solar fotovoltaica, no qual possui empreendimentos com grande capacidade de geração de energia (TRIBUNA DO NORTE, 2020).

Entre os municípios do RN que abrangem a geração de energia renovável, Areia Branca destaca-se por ser a única cidade que conta com empreendimentos tanto de energia eólica quanto de energia solar fotovoltaica, atualmente são 6 parques eólicos em operação e 3 usinas solares também em fase de operação (ANEEL, 2020).

Considerando esses empreendimentos de energias renováveis no município, é importante entender qual a percepção que os moradores de Areia Branca conservam sobre essas produções, suas opiniões, impressões, críticas, apontamentos etc., pois através desta investigação poderemos compreender as influências dessas produções energéticas no cotidiano dessas pessoas (SANTOS, 2018).

Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi compreender a percepção dos moradores do município de Areia Branca (RN) em relação à presença dos empreendimentos de energia eólica e solar no território. Especificamente, também buscou: a) mapear os empreendimentos de energia eólica e solar em operação em Areia Branca e, b) aplicar um questionário semiestruturado em comunidades de Areia Branca nas quais os empreendimentos de energia eólica e solar se encontram próximos. Para isso, utilizamos as metodologias qualitativa e quantitativa.

Do ponto de vista metodológico, este artigo é uma síntese do trabalho de conclusão de curso<sup>2</sup>, cuja discussão está vinculada aos projetos de pesquisas indicados nas considerações finais. Os projetos vinculantes, realizam análises tendo como estudo de caso as energias renováveis no Rio Grande do Norte (RN), através da realização da iniciação científica no período de 2018.2 a 2020.1 inseridas nos planos de trabalho, “As dimensões da vulnerabilidade socioambiental em municípios com empreendimentos de energias renováveis no RN (Fase 1 e 2)”.

Assim, a pesquisa desenvolvida foi de natureza quantitativa e qualitativa. Inicialmente, foi montada uma base de dados para monitoramento das matrizes energética e elétrica brasileira, no qual foi realizada uma análise descritiva evidenciando a distribuição da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) no país por fontes renováveis e não renováveis.

Em meio às etapas iniciais, foi destacado que o estado do RN é um grande produtor de energia eólica, liderando, entre outros estados brasileiros, a geração dessa fonte. O estado também conta com o desenvolvimento de energia solar fotovoltaica, o que o coloca em destaque no que se refere à geração de energia por fontes renováveis. Dessa maneira, foi realizado um mapeamento e caracterização

---

<sup>1</sup> Percepções sobre os impactos socioambientais das energias renováveis no município de Areia Branca, RN (2020).



através de dados secundários dos municípios que compreendem empreendimentos de energia eólica e solar no RN, identificando a distribuição dessas produções por município.

Em sequência das etapas de pesquisa, através dos dados atualizados do Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA), foi identificado o município de Areia Branca como única cidade do RN a produzir não somente a energia eólica, como também a solar fotovoltaica, justificando a escolha desse município para o campo empírico. E para maior aprofundamento, foi realizada a caracterização social e econômica da cidade através de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Índice de Desenvolvimento Humano Por Município (IDHM), disponibilizado pelo Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil.

Na segunda fase da pesquisa, de perfil mais qualitativo, buscamos complementar a discussão inicial de forma dedutiva, com dados relacionados à percepção que a população de Areia Branca apresenta quanto à instalação e operação de empreendimentos de energias renováveis no município.

Assim, o campo da pesquisa ocorreu no dia 22 de novembro de 2019. Foi elaborado um questionário com perguntas semiestruturadas dentro do contexto socioambiental levantado por este estudo. O questionário foi aplicado para vinte e oito (28) pessoas no período de um (1) dia em três (3) comunidades do município que conta com empreendimentos de energias renováveis, foram estes: Redonda, Morro Pintado e São José.

Na comunidade de Redonda foram aplicados 36,8% dos questionários, em Morro Pintado 21,1% e, em São José 42,1%. Estava programado para o primeiro semestre de 2020 uma data para a segunda aplicação do questionário, desta vez nas comunidades de São Cristóvão e Ponta do Mel, contudo, devido à situação pandêmica global e aos controles de biossegurança estadual e municipais, as demais etapas de campo não foram realizadas.

Durante o campo, também foi possível observar in loco os processos e dinâmicas que ocorrem em torno dos parques de energia das comunidades destacadas, captadas através de registros fotográficos.

Diante do exposto, este artigo está organizado em quatro tópicos: (I) **Introdução**, na qual é apresentada a problemática deste estudo, assim como os objetivos e procedimentos metodológicos; (II) **Estrutura Energética Brasileira e as Fontes Renováveis de Energia**, em que é caracterizada a atual matriz elétrica do Brasil; (III) **Energias Renováveis no Rio Grande do Norte e o Caso de Areia Branca (RN)**, onde são evidenciados dados que ilustram a distribuição dos empreendimentos de energia eólica e solar no RN, além de indicar Areia Branca como destaque entre os

demais municípios do estado, pois é o único a produzir energia eólica e solar. **Percepção dos Impactos Socioambientais das Energias Renováveis no Município de Areia Branca (RN)**, que apresenta os principais resultados obtidos através do campo deste estudo; (IV) **Considerações Finais**, traz uma reflexão acerca dos resultados alcançados e agradecimentos.

## Estrutura energética brasileira e as fontes renováveis de energia

O Brasil dispõe de uma matriz energética diversificada, com fontes primárias renováveis e não renováveis (EPE, 2020). Vale ressaltar que, a matriz energética e a matriz elétrica possuem conceitos distintos. A primeira “representa o conjunto de fontes de energia disponíveis para movimentar os carros, preparar a comida no fogão e gerar eletricidade” (EPE, 2020, p. 1), enquanto a matriz elétrica utiliza um conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica. Dessa forma, a matriz elétrica faz parte de um dos resultados da matriz energética.

O Brasil iniciou seu processo de diversificação energética, principalmente, com a inauguração da usina hidrelétrica de Itaipu, em 1984, localizada no rio Paraná, entre o Brasil e o Paraguai, pertencendo aos dois países. Também conhecida como barragem de Itaipu, é líder mundial em produção de energia renovável, gerando desde o início de sua operação, mais de 2,6 bilhões de Megawatts-hora (MWh).

Sua influência na matriz elétrica brasileira pode ser observada na Tabela 1, que apresenta as fontes de energia renováveis e não renováveis desenvolvidas atualmente no país, na qual podemos observar que, a barragem de Itaipu, sendo o principal empreendimento energético brasileiro, e tendo apenas no ano de 2019 gerado 79.444.510 MWh (79,4 milhões de MWh), contribuiu para o percentual de 62,90% de potência interna de energia elétrica a partir da fonte hídrica, no comparativo com as outras fontes de energia.

**Tabela 1** – Caracterização da matriz elétrica brasileira (2020)

Renováveis → 82,95%				Não Renováveis → 17,06%			
Fonte	Quantidade	Potência (kw)	%	Fonte	Quantidade	Potência (kw)	%
Biomassa	576	15.198.818,45	8,75	Petróleo e outros	2.301	9.086.340,55	5,23

<b>Hídrica</b>	1.383	109.263.594,21	62,90	<b>Gás natural</b>	167	14.952.838,79	8,61
<b>Solar</b>	3.907	3.113.946,25	1,79	<b>Carvão mineral</b>	22	3.582.830,00	2,06
<b>Eólica</b>	665	16.524.852,86	9,51	<b>Nuclear</b>	2	1.990.000,00	1,15
<b>Undi-Elétrica</b>	1	50,00	0,00003				

**Fonte:** Adaptado de ANEEL, 2020. Dados coletados até 20 de novembro de 2020

A busca pela segurança energética, considerando as situações que ocorreram no início do século (falhas no planejamento e distribuição de energia elétrica), e pelo desenvolvimento sustentável, fez com que nos últimos anos, o país investisse na diminuição da dependência da fonte hídrica e das fontes tradicionais (petróleo e seus derivados) para uma matriz elétrica mais diversificada, como apresentado na Tabela 1, na qual observamos que, mesmo com a energia hídrica liderando o percentual de geração, outras fontes de energia também se destacam.

Podemos atribuir esse destaque às fontes de energias renováveis – biomassa, solar, eólica e undi-elétrica – que, principalmente na última década, multiplicaram sua produção no país e atualmente juntas são responsáveis por 82,95% de participação na Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) do Brasil (ANEEL, 2020). Por outro lado, também fica claro na Tabela 1 que, apesar das fontes tradicionais – não renováveis – de energia permanecerem estáveis no país, seu potencial de participação se encontra bem abaixo (17,06%) no comparativo com as fontes renováveis.

O Brasil assinou contratos internacionais afirmando seu posicionamento quanto à incorporação de medidas sustentáveis que auxiliem no controle e mitigação dos efeitos das mudanças do clima. E, dessa forma, o investimento brasileiro na diversificação de sua matriz elétrica para uma matriz baseada em fontes renováveis, é uma forma eficiente de adaptar seu setor energético em meio aos compromissos internacionais firmados, tencionando um modelo de desenvolvimento energético baseado na sustentabilidade.

As características físicas e climáticas do Brasil aparecem como aspecto favorável e facilitador para a geração de energia a partir de fontes renováveis, como é o caso da eólica e solar fotovoltaica. O nordeste brasileiro, em especial, dispõe de um território promissor no que diz respeito à geração dessas fontes de energia, pois detém o clima tropical onde o sol aparece durante praticamente todo o ano, assim como a constante massa de ventos que vem do litoral, no qual ambos os fatores

contribuem para que a região venha obtendo destaque e sendo escolhida para compreender grande parte dos empreendimentos de energia eólica e solar do país.

Especialmente na última década, a produção de energia eólica expandiu sua produção e vem se consolidando como importante fonte renovável de geração de eletricidade para o país, no qual sua participação interna na matriz elétrica chega a 9,51%, como observado na Tabela 1. Seus empreendimentos localizam-se, principalmente, no litoral brasileiro, em especial na região nordeste. Porém, vem sendo observada uma nova tendência, na qual os empreendimentos de energia eólica estão situando sua produção também para os municípios interioranos, mais afastados do litoral; em geral, são municípios de pequeno porte e pouco desenvolvidos e urbanizados, sendo essencialmente mais ruralizados.

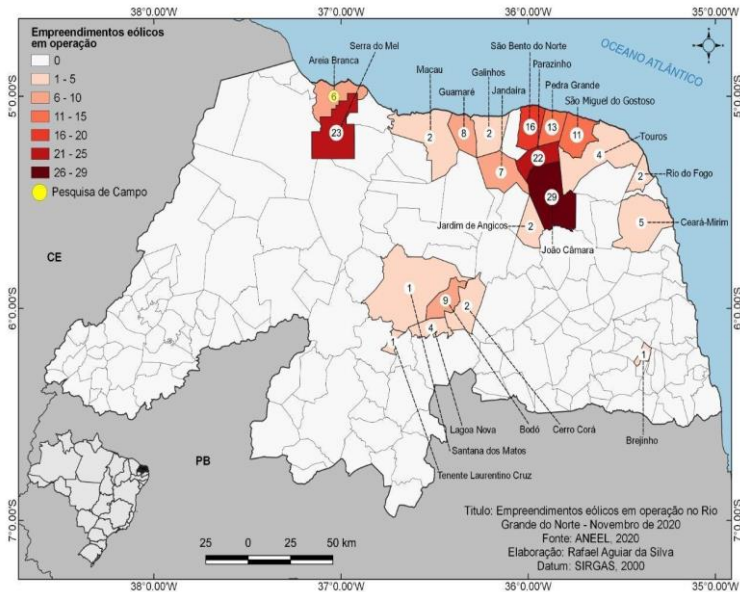
## **Energias renováveis no Rio Grande do Norte e o caso de Areia Branca (RN)**

O nordeste do país concentra boa parte dos principais estados produtores de energias renováveis, essencialmente a energia eólica. Entre esses estados, o Rio Grande do Norte (RN) se destaca em relação à potência de produção da matriz eólica, no qual o mesmo concentra 169 empreendimentos distribuídos entre 21 municípios, indicando, dessa forma, o estado como líder nacional na geração dessa fonte, com 4.672.366,00 Kilowatt (KW) de potência (ANEEL, 2020).

Os municípios que comportam empreendimentos de energia eólica no RN estão concentrados, em sua maioria, no litoral norte do estado, como percebemos no Mapa 1. Contudo, a tendência da recente interiorização dos parques de energia eólica também se aplica no RN, que conta com essas atividades operando igualmente em municípios mais afastados da costa litorânea, como é o caso de João Câmara; Jardim de Angicos; Cerro Corá; Bodó; Lagoa Nova; Santana do Matos e tenente Laurentino Cruz.

João Câmara, inclusive, é o município que concentra o maior número de empreendimentos no RN, 29 no total, seguido por Serra do Mel (23) e Parazinho, que conta com 22 produções de energia eólica em operação.

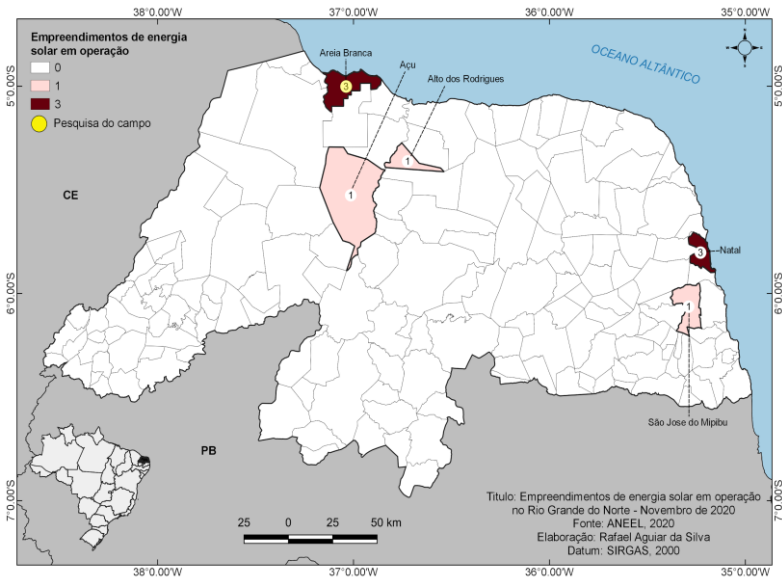
Mapa1 – Distribuição dos empreendimentos de energia eólica no RN



**Fonte:** Adaptado de Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA – 2020  
 Dados coletados até 16/11/2020. Elaboração: Rafael Aguiar da Silva

A energia solar fotovoltaica também expandiu sua participação no estado do RN. Apesar do crescimento, se comparado com a energia eólica, ocorrer de forma mais lenta, nos últimos anos o estado aumentou a produção dessa fonte de energia que, de acordo com dados da ANEEL, já conta com 9 empreendimentos em operação.

A geração de energia solar no RN situa-se em 5 municípios, como evidencia o Mapa 2, são estes: Açu; Alto do Rodrigues; Areia Branca; Natal e São José de Mipibu. Apesar de a produção solar se concentrar apenas nessas cidades, elas são responsáveis por gerar 118.884,34 KW de potência elétrica (ANEEL, 2020). É esperado ainda que o RN adquira mais empreendimentos de fonte solar nos próximos anos, visto que, de acordo com dados obtidos através dos leilões de energia e compartilhados no Sistema de Informações de Geração da Aneel (SIGA), existem 11 empreendimentos em fase de construção não iniciada distribuídos em 6 municípios do estado: Jandaíra; Lagoa Nova; Lajes; Pedro Avelino; Serra do Mel e Touros.

**Mapa 2** – Distribuição dos empreendimentos de energia solar fotovoltaica no RN

**Fonte:** Adaptado de Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA – 2020  
 Dados coletados até 16/11/2020. Elaboração: Rafael Aguiar da Silva.

A discussão sobre a produção dessas energias no RN gera questionamentos acerca dos impactos que esses empreendimentos podem trazer ao estado. A ideia de um possível desenvolvimento local é o tópico mais destacado nessas discussões, pois entende-se que a construção e operação desses projetos podem trazer melhorias socioeconômicas para esses municípios, principalmente em relação à geração de emprego, renda e desenvolvimento local.

Contudo, não é apenas as questões econômicas que envolvem as produções de energias renováveis no RN, o impacto socioambiental também vem sendo amplamente discutido nos últimos anos, sobretudo nas discussões acadêmicas, nos permitindo refletir sobre até que ponto essas fontes de geração de energia são realmente limpas e quais as dimensões de seus impactos para o meio ambiente.

Nesse cenário de reflexão quanto às dimensões dos impactos socioeconômicos e socioambientais motivados pela produção de energias renováveis eólica e solar no RN, está o município de Areia Branca – destacado de amarelo nos Mapas 1 e 2. É o único município do RN que conta tanto com a produção de energia eólica quanto com a produção solar fotovoltaica, ou seja, a cidade apresenta os dois tipos de empreendimentos de geração de energia renovável, destacando-se dos outros municípios do estado.

Areia Branca é situada na região da Costa Branca do RN, a 330 km de distância da capital do estado, Natal (IDEMA, 2008). O município, que foi emancipado em 1892, dispõe de 342,749 km<sup>2</sup> de área territorial, e tem sua população estimada em 27.774 pessoas no ano de 2019 (IBGE, 2021). No último censo realizado pelo IBGE, foi identificado que o município conta com 20.317 pessoas situadas em área urbana, enquanto 4.998 encontram-se em áreas rurais (IBGE, 2021).

A cidade tem 42 km de litoral com belas paisagens naturais e preservadas faixas de areia que impulsionam o turismo na região. O turismo, inclusive, aliado à indústria de produção de sal, pesca, e a exploração petrolífera constituem como as principais atividades econômicas do município, que apresentava em 2017 o PIB per capita de 20.498,86 R\$ (IBGE, 2021), enquanto o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal<sup>3</sup> – IDHM – é de 0,682, classificado como um índice médio<sup>4</sup> – entre 0,600 e 0,699.

Nesse território localizam-se também as Dunas do Rosado – Decreto nº 27.695 de 21 de fevereiro de 2018 – que consiste em uma Área de Proteção Ambiental (APA) que se estende entre os municípios de Areia Branca e Porto do Mangue (RN).

A praia de Upanema é uma das mais visitadas do município (única urbanizada), situa-se a 2 km de distância do centro da cidade, na qual possui boa infraestrutura para receber os eventos relacionados ao turismo local, dispondo de hotéis, restaurantes, pousadas, bares etc. A Praia de Ponta do Mel (35,5 km do centro da cidade), conhecida como “o único lugar do mundo onde o sertão encontra o mar”, também possui boa estrutura de hospedagem. As outras praias da cidade – Praia de Baixa Grande, Praia de Morro Pintado, Praia de Redonda, Praia de São Cristóvão, Praia da Costa, Praia do Pontal, Praia de São José – também destacam-se no setor turístico do município (PREFEITURA DE AREIA BRANCA, 2020).

O clima predominante é o semiárido, apesar de ser um município litorâneo, apresenta temperaturas elevadas e chuvas escassas na qual ocorrem no período entre fevereiro a maio (IDEMA, 2008). Em relação ao relevo, este apresenta “cota de menos de 100 m de altitude, sendo caracterizado por planície costeira formada por praias que têm como limites, de um lado, o mar, e, de outro, os tabuleiros costeiros, estendendo-se por todo o litoral” (FERREIRA et al., 2019, p. 7).

---

<sup>3</sup> “O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH Global - longevidade, educação e renda, mas vai além: adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais” (PNUD, 2020).

<sup>4</sup> “O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é um número que varia entre 0,000 e 1,000. Quanto mais próximo de 1,000, maior o desenvolvimento humano de uma localidade” (ATLAS BRASIL, 2021).

Em relação à formação vegetal do município, esta caracteriza-se como: Caatinga Hiperxerófila—vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhadas; Restinga—depósito arenoso de origem marítima, é considerada vegetação de preservação permanente, pelo Código Florestal; e Manguezal—sistema ecológico costeiro tropical (IDEMA, 2008).

Areia Branca tornou-se um dos principais municípios do RN no que tange à produção de energias renováveis. O Quadro 1 mostra que o município iniciou a produção de energia no início de 2013, a partir de um empreendimento de fonte eólica, a “Mel 02”. Atualmente, existem 6 empreendimentos de energia eólica em operação nesse território, somando 160.400,00 KW de potência apenas com esta fonte. Também observamos que existem 3 empreendimentos de energia solar no município, todos iniciaram sua operação no mesmo dia do mesmo ano, isso porque pertencem ao mesmo proprietário, a empresa Engie, que, em parceria com o Banco Itaú, desenvolveu os 3 empreendimentos fotovoltaicos em Areia Branca, os quais são responsáveis pela geração de 86.000,00 KW de potência (ANEEL, 2020).

**Quadro 1**— Caracterização dos empreendimentos de energias renováveis em Areia Branca (RN)

Eólica			Solar fotovoltaica		
Empreendimento	Entrada em Operação	Potência (kw)	Empreendimento	Entrada em Operação	Potência (kw)
Areia Branca	18/02/2014	27.300,00	Floresta I	23/12/2017	32.000,00
Carcará I	24/03/2015	30.000,00			
Carcará II	09/12/2014	30.000,00	Floresta II	23/12/2017	32.000,00
Mar e Terra	18/02/2014	23.100,00			
Mel 02	19/02/2013	20.000,00	Floresta III	23/12/2017	22.000,00
Terral	24/03/2015	30.000,00			
<b>Total Potência (kw): 160.400,00</b>			<b>Total Potência (kw): 86.000,00</b>		

Fonte: Adaptado de ANEEL, 2020



A instalação dos empreendimentos de energia eólica e solar transformou paisagens do município de Areia Branca em menos de uma década. Essas transformações foram observadas in loco durante este estudo, em visitas a algumas comunidades do município, em que foi possível perceber como funcionam as dinâmicas da produção dessas energias, além de compreender a percepção que os moradores da cidade apresentam quanto à presença dessas atividades na cidade.

### *Percepção dos impactos socioambientais das energias renováveis no Município de Areia Branca (RN)*

A percepção que os moradores do município de Areia Branca apresentam em relação às produções de energias renováveis, suas impressões, opiniões, críticas e apontamentos relacionado à presença e desenvolvimento de energias renováveis em sua cidade, é de fundamental importância para a compreensão de como as dinâmicas que envolvem esses empreendimentos de energia influenciam o cotidiano dessas pessoas. E para compreender esse aspecto, vinte e oito (28) pessoas, moradoras das comunidades de Redonda, Morro Pintado e São José, responderam aos questionamentos que embasam o projeto de pesquisa e do qual nos utilizamos para compor esta análise.

Entre os entrevistados, 67,9% são homens e 32,1% mulheres, os mesmos apresentam faixa etária entre 19 a 78 anos, 55,6% se encontram casados ou em união estável, 40,7% solteiros e 3,7% viúvos. 52,9% trabalham de forma informal, enquanto 47,1% trabalham formalmente. Dentre as atividades que os entrevistados realizam, estão: plataformista; pedreiro; doméstica; autônomo; guarda municipal; pescador; professora, entre outros. 37,5% recebem até 1 salário mínimo, 43,8% recebem de 1 a 2 salários mínimos, e 18,8% recebem de 3 a 4 salários mínimos.

Em relação à distribuição dos empreendimentos de energia na cidade, observou-se que a maior parte dos aerogeradores da produção eólica encontra-se em áreas mais distantes da população, entre estradas que ligam o centro da cidade a comunidades mais afastadas, como também em áreas de dunas móveis próximas a praias menos movimentadas. No entanto, foi observado, em menor proporção, torres eólicas próximas de algumas comunidades do município—como é o caso das comunidades visitadas—sendo vistas até mesmo do quintal de algumas casas. Por sua vez, a energia solar é localizada apenas na estrada para Ponta do Mel, movimentada praia da cidade, Figura 1.

**Figura 1** – (A) Aproximação das torres de energia eólica em torno da comunidade de Redonda; (B) Parque de energia solar fotovoltaica, estrada para Ponta do Mel. Areia Branca (22/11/2019)

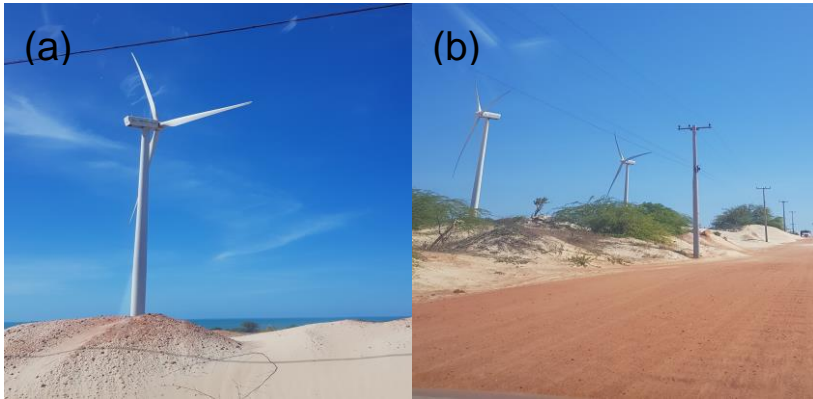


**Fonte:** Projeto de Pesquisa/LISAT - Acervo, 22 de novembro de 2019

Durante a aplicação do questionário, foi notado que a energia fotovoltaica é pouco percebida entre os entrevistados, por ser uma atividade menos observada entre eles, já que se localiza apenas em área distante da população (Figura 1). No caso da produção eólica, que possui torres próximas a comunidades do município, houve reações distintas, a percepção da população difere entre aspectos positivos e negativos.

O impacto ambiental causado por ações antrópicas que envolvem a operação dos empreendimentos de energia renovável foi bastante discutido durante o planejamento desta pesquisa. Podemos citar o desmatamento e o uso indevido do solo como exemplos comuns de ações antrópicas que impactam o meio ambiente, contudo, notamos que a interferência na dinâmica do meio ambiente é pouco percebida pelos entrevistados.

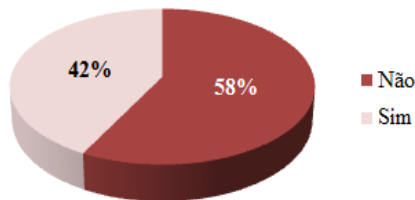
**Figura 2** – (a) Interferência no sistema natural das dunas próximo à praia de São Cristóvão; (b) Desmatamento e deslocamento de dunas naturais, na estrada de Morro Pintado



**Fonte:** Acervo da pesquisa, 2019

Quando questionados se o parque de energia causou alguma interferência no meio ambiente depois de sua instalação, 58% das pessoas disseram que não observaram nenhuma interferência/impacto por consequência dos empreendimentos:

**Gráfico 1** – “Desde que o parque começou a funcionar, acha que causou algum tipo de interferência na natureza (meio ambiente) do município?”



**Fonte:** Dados Projeto de Pesquisa, 2019

Porém, foi observada durante o campo, a existência de impactos ambientais ligados ao desmatamento e deslocamento de dunas naturais para a criação de estradas de acesso e construção de parques de energia, como ilustrado na Figura 3. Esse processo ocorreu durante a construção e ainda ocorre durante a operação da energia eólica, considerando o movimento natural das dunas e a consequente manutenção dessa área.

No entanto, esses impactos ambientais estão mais visíveis em parques de energia eólica que se encontram mais afastados da população, dificultando a identificação desses processos de degradação ambiental pelos moradores das comunidades visitadas.

Também verificamos o impacto visual que as torres eólicas trazem, e localizadas em áreas de dunas, próximas a praias, como também ilustra a Figura 3, pode afetar o setor do turismo, importante atividade econômica da cidade, considerando a distorção que a paisagem natural das praias sofre por interferência das torres de energia.

**Figura 3**– (A) Impactos ambientais causados pelos empreendimentos eólicos na estrada para a comunidade de São Cristóvão; (B) Impacto visual da energia eólica na praia de São Cristóvão. Areia Branca (22/11/2019)



**Fonte:** Projeto de Pesquisa/LISAT - Acervo, 22 de novembro de 2019

A percepção dos moradores de Areia Branca em relação aos empreendimentos de energia próximos a suas realidades cotidianas, nos permite refletir sobre as projeções locais de desenvolvimento, seja por uma ideia de maiores ofertas de empregos (temporários ou não) ou por expectativas de crescimento estrutural e desenvolvimento econômico local.

No Quadro 2, podemos identificar de forma clara e objetiva, o que os moradores pensam desses empreendimentos e o que eles identificam quanto a melhorias, ou falta de melhorias, para a cidade e população:

**Quadro 2** – Percepção dos moradores das comunidades de Redonda, Morro Pintado e São José (Areia Branca) sobre a presença dos parques de energia renovável na cidade (22/11/2019)

1. O que você acha desse parque de energia? Resposta livre:	
Aspecto positivo	Aspecto negativo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Acha bom, mas acha que poderia ser melhor”;</li> <li>• “Ofertou emprego”;</li> <li>• “Acha bom por causa dos empregos para a população local”;</li> <li>• “Logo que chegou empregou. Trouxe emprego”;</li> <li>• “Cera empregos”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Energia gerada era pra ficar no município e baratear”;</li> <li>• “Deveria ter mais empregos para os moradores da comunidade”;</li> <li>• “Comunidade não foi beneficiada”;</li> <li>• “Não tem diferença”;</li> <li>• “Não sabe para onde vai a energia”;</li> <li>• “Vai ser coisa boa apenas para o proprietário que recebe por cada torre”.</li> </ul>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Percebemos que o pensamento sobre a instalação dos parques de energia varia entre aspectos positivos e negativos. Na primeira pergunta foi questionado o que a população acha dos empreendimentos na cidade, e parte dos entrevistados respondeu que essa atividade é positiva para o município, fazendo relação a uma maior oferta de emprego para os trabalhadores locais.

Por outro lado, também percebemos opiniões contrárias que apontam um aspecto negativo para a presença desses empreendimentos. Moradores relataram que as comunidades não se sentem beneficiadas em relação à energia produzida, questionamentos sobre qual o destino da energia foram feitos por parte dos entrevistados que acreditam que a energia renovável produzida na cidade deveria ser utilizada também na cidade. A questão dos empregos também foi mencionada no aspecto negativo, pois são ofertados de forma temporária, apenas durante a construção dos parques de energia.

Também foi perguntado se a chegada desses empreendimentos trouxe melhorias para o município (pergunta 2), se a resposta fosse negativa pedíamos para que o entrevistado explicasse sua opinião (pergunta 3), como observamos no Quadro 3:

**Quadro 3**— Percepção dos moradores das comunidades de Redonda, Morro Pintado e São José (Areia Branca) sobre as melhorias, ou falta de melhorias, que os parques de energias renováveis trouxeram (22/11/2019)

2. Na sua opinião, a vinda desse parque de energia trouxe melhorias para o município?	3. Se não trouxe, poderia explicar sua opinião?
<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Empregos. Filhos empregados”;</li> <li>● “Mais empregos”;</li> <li>● “Emprego”;</li> <li>● “Trouxe melhorias com a geração de empregos”;</li> <li>● “Empregos”;</li> <li>● “Renda extra (emprego)”;</li> <li>● “Emprego, infraestrutura”;</li> <li>● “O trabalho”;</li> <li>● “Gerando emprego”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “O dinheiro arrecadado poderia ser revertido em melhorias para a comunidade”</li> <li>● “As empresas não trouxeram benefícios”</li> <li>● “Reuniões e promessas”</li> <li>● “Deveriam compensar os impactos”</li> <li>● “Não trouxe nada”</li> <li>● “Falta de emprego para os moradores”</li> <li>● “Falta de emprego para as pessoas da comunidade”</li> <li>● “Trouxe desmatamento”.</li> </ul>

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019

Foi percebido que, na pergunta 2, as respostas que indicam que houve melhorias assemelham-se com as respostas da primeira pergunta, pois todas as melhorias apontadas estão ligadas à geração de empregos, apenas 1 morador indicou que, além de mais empregos, os empreendimentos contribuíram também para melhorar a infraestrutura da cidade.

Também foi relatado opiniões opostas que sugerem que os parques de energia não trouxeram melhorias para a cidade, como mostram as respostas da pergunta 3. Parte dos moradores explicaram que as empresas proprietárias dos empreendimentos de energia não compensam os danos ambientais e não trouxeram avanços para a cidade. A questão da geração de empregos também voltou a ser discutida, dessa vez na perspectiva de ausência de oferta.

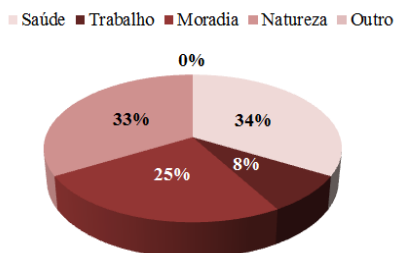
Quando questionado aos moradores sobre os desenvolvimentos das energias, a maior parte dos entrevistados fez relação com o aumento ou a falta de oferta de empregos por parte das empresas que comandam o funcionamento desses parques de energia, ou seja, existem duas percepções distintas nesse aspecto. A questão do emprego nos remete a uma discussão maior, considerando a insuficiência de profissionais qualificados na cidade com conhecimento nas dinâmicas de

produções renováveis (COSTA, 2015), especificamente no caso de Areia Branca, as energias eólica e solar fotovoltaica, o que ocasiona a oferta, na maioria das vezes, de empregos temporários, apenas durante a construção dos empreendimentos, o que gera descontentamento por parte dos moradores.

A discussão sobre ofertas de empregos decorrentes da chegada dos empreendimentos de energias renováveis nos municípios do RN é abordada por Hofstaetter (2016) em seu estudo, no qual a autora indica que houve ofertas de empregos, porém, em sua grande maioria, apenas durante a construção dos parques de energia. No caso de Parazinho (RN), a autora relata que, “passado o impacto das obras, as centenas de pessoas empregadas durante a instalação do parque foram demitidas, ou seja, os trabalhos foram sazonais” (HOFSTAETTER, 2016, p. 86).

Em relação aos outros resultados do questionário, foi perguntado aos moradores das comunidades visitadas, se os empreendimentos de energia lhe causam algum impacto. No Gráfico 2, notamos que 63% disseram que não se incomodaram em nenhum aspecto com a presença dos empreendimentos de energia desenvolvida próximo de suas casas, enquanto 37% dos entrevistados indicaram que se incomodam.

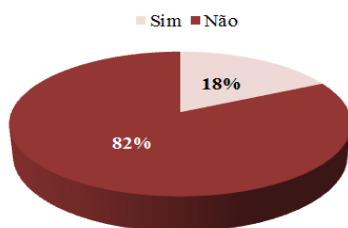
Também foi apontado em qual aspecto entre: Saúde, Trabalho, Natureza, Moradia e/ou Outro, o desenvolvimento dessa energia interfere mais, em relação ao cotidiano das pessoas. Os entrevistados poderiam indicar um aspecto que mais incomoda/interfere e, como indica o Gráfico 3, saúde e natureza foram os aspectos mais apontados. Em relação à saúde, o impacto mais citado foi a poluição sonora provocada pelos aerogeradores das torres eólicas, os “ruídos noturnos” que atrapalham o sono e causam insônia e dor de cabeça. No aspecto da natureza, o desmatamento foi bastante citado, também chamou atenção o relato de um morador que revelou que antes da instalação das torres era comum a circulação de algumas espécies de pássaros que não são mais vistas hoje em dia na região, após a instalação dos parques de energia.

**Gráfico 2** – “O parque de energia lhe causa algum impacto?”**Gráfico 3** – “Em quais aspectos da sua vida esses impactos interferem?”

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

De acordo com o IBGE, em 2010, Areia Branca apresentava 29,4% de esgotamento sanitário adequado, e apenas 5,1% da cidade se encontrava pavimentada, com bueiro, calçadas e meio-fio. Nove anos após esses resultados (2019), foi percebido que essas fragilidades permanecem, como indicam os Gráficos 4 e 5. Percebemos que, durante o período de nove anos não houve mudanças significativas quanto à questão de saneamento básico e serviço de água encanada. Os dados de 2010 comparados aos resultados obtidos no campo desta pesquisa – 2019 – através do questionário aplicado, se assemelham bastante.

Das 28 pessoas entrevistadas nas três comunidades visitadas, 82% disseram que não possuem serviço de água encanada em suas residências, e 18% disseram que possuem esse serviço. A falta de esgotamento sanitário também é bastante apontada pelos entrevistados, 64% das pessoas indicaram que não dispõem desse serviço, enquanto 36% moradores indicaram que possuem esse serviço.

**Gráfico 4** – “Sua moradia tem assistência de serviço público de água encanada?”**Gráfico 5** – “Sua moradia tem assistência de serviço público de esgotamento sanitário?”

Fonte: Dados da pesquisa, 2019



Nas comunidades visitadas foram observadas poucas ruas pavimentadas, no caso, apenas com o calçamento, a maior parte das ruas é de areia/barro, que pode concentrar água servida ou de chuva, podendo gerar proliferação de mosquitos, acúmulo de resíduos sólidos, problemas de saúde, entre outros.

## **Considerações finais**

A realização desta análise com base na pesquisa inserida no já citado projeto, nos proporcionou uma visão mais ampliada das dinâmicas que envolvem as produções de energias renováveis no Rio Grande do Norte, em especial no município de Areia Branca. Conhecer a realidade desse território foi essencial para a compreensão das fragilidades que permeiam a indústria dessas energias, e entender a percepção que a população apresenta, suas opiniões, dúvidas, contestações e elogios, apoiaram os resultados desta pesquisa e enriqueceram os conhecimentos adquiridos.

Contudo, alguns pontos necessitam de maiores esclarecimentos. Foi observado déficit nos serviços de água encanada, saneamento e pavimentação, o que gera impactos que foram apontados pelos moradores durante a aplicação dos questionários, como, por exemplo, a onda de poeira que se intensifica com a dinâmica mecânica dos aerogeradores de energia eólica, visto que o movimento circular que as hélices fazem contribui para que a poeira das ruas de areia/sedimento se espalhe.

Os aspectos positivos que foram mais mencionados durante o campo estão em sua grande maioria relacionados a empregos, o desenvolvimento socioambiental e estrutural, assim como atividades e benefícios promovidos pelas empresas de energia, foram pouco mencionados.

Parte dos entrevistados mostrou-se imparcial e desconhece a finalidade das torres de energia eólica e solar, o que reflete a falta de comunicação das empresas de energia com as comunidades da cidade antes das instalações. Os impactos ambientais causados pelos empreendimentos também são pouco percebidos, e em geral o mais observado é o desmatamento, que causa aumento da temperatura, diminuição de sombras—que é bastante sentido, visto que a cidade apresenta temperaturas altas e sol forte durante todo o ano, e a sombra e o vento amenizam esse efeito—, e o aumento de poeira que é acentuado pela retirada da vegetação que segura os sedimentos e reduz o processo de erosão.

Por outro lado, esta pesquisa buscou contribuir também para a promoção de informações e conhecimentos socioambientais para a população de Areia

Branca, visto que as conversas com os entrevistados a respeito das energias desenvolvidas na cidade, seus impactos e consequências para o meio ambiente renderam curiosidades por parte dos moradores que se interessaram em conhecer mais sobre o assunto.

É importante destacar que, as produções de energias renováveis, apesar de não serem totalmente limpas em relação aos impactos ambientais, como pudemos observar em Areia Branca, é um grande avanço no caminho do desenvolvimento sustentável. O uso dos recursos naturais na produção de energia gera menos malefícios à natureza se comparado às fontes tradicionais de energias fósseis que agredem o meio ambiente e auxiliam atividades que intensificam as mudanças climáticas, que vêm causando, com maior frequência, desastres observados por todo o planeta.

No entanto, a mesma produz impactos que necessitam, previamente, de um estudo mais detalhado para que se possa medir as dimensões desses efeitos e melhorar cada vez mais, através da modernização tecnológica e também da infraestrutura para que a produção dessas energias ocorra de forma mais eficiente e com menos impactos negativos.

Percebemos a necessidade de uma maior aproximação das empresas de energia renovável com a população, não se restringindo apenas a ações sociais, mas objetivando reuniões e divulgações do que se trata essas produções renováveis, quais seus benefícios para a cidade e para o desenvolvimento sustentável. Tudo isso sob a fiscalização da gestão ambiental do Município, que deve promover essas ações e monitorar os impactos dessas produções de energia.

É importante destacar que esta publicação, bem como o projeto ao qual esteve vinculada, foram possíveis graças ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada Edital Universal CNPq 2018, processo nº 437421/2018-O (Projeto: Energias, riscos, vulnerabilidades e impactos socioambientais em cidades com empreendimentos energéticos renováveis no nordeste: o caso da energia eólica no Rio Grande do Norte) e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela concessão de bolsa de iniciação científica, através do Processo nº PVC15473-2018 (Projeto: Cidades, energias e vulnerabilidades: um estudo dos impactos das energias renováveis no território do Rio Grande do Norte).

## Referências

ALVES, José Eustáquio Diniz. **Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quindênio (2015-2030) do século XXI**. Brasil, 2015. Acesso em: 04 jul. 2020.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2002. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf). Acesso em: 24 maio 2019.

ANELL. **Sistema de Informações de Geração da Aneel**. Disponível em: <https://bit.ly/3jiWRdy>. Acesso em: 16 nov. 2020.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Índice de Desenvolvimento Humano por Município (IDHM)**. Brasil; 2020. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRAGA, Roberto. **Mudanças climáticas e planejamento urbano**: uma análise do Estatuto da Cidade. Disponível em: <https://bit.ly/3rcojLx>. Acesso em: 05 dez. 2020.

CÂMARA, Cassiano Arruda. **Volta! instala parque fotovoltaico e RN fica auto suficiente nessa energia**. Tribuna do Norte, Natal, 10 nov. 2020.

**Cidades, energias e vulnerabilidades**: um estudo dos impactos das energias renováveis no território do Rio Grande do Norte (Pvc15473-2018).

COSTA, Rafael Fonseca da. **Ventos que transformam?**: um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. 212 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

EYRE et al. **Reaching a 1.5°C target: socio-technical challenges for a rapid transition to low-carbon electricity systems**. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2016.0462>. Acesso em: 20 nov. 2020.

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <https://bit.ly/3ugobfU>. Acesso em: 07 dez. 2020.

ENGIE. **Conjunto Fotovoltaico Floresta – Banco Itaú**. Disponível em: <https://www.engie.com.br/casas-de-transicao-energetica/conjunto-fotovoltaico-floresta-itaui/>. Acesso em: 08 dez. 2020.

FERREIRA, Leila da Costa. **A questão ambiental**. São Paulo, SP: Boitempo, 1998.

PERREIRA, Fabiana. CAMACHO, Ramiro. GUIMARÃES, Rodrigo. **Percepção dos impactos socioambientais da implantação de parques eólicos na comunidade de Ponta do Mel, Areia Branca/RN**. 2019.

HOFSTAETTER, Moema. **Energia Eólica: Entre Ventos, Impactos e Vulnerabilidades Socioambientais no Rio Grande do Norte.** 2016. 178 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

HOGAN DJ, MARANDOLA JRE. **Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade.** Disponível em: <https://bit.ly/3JebTfj>. Acesso em: 07 maio 2020.

ITAIPU BINACIONAL. **Geração.** Brasil. 2020.

IBGE. **Portal Cidades@.** 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 22 maio 2020.

IBGE. **Areia Branca. Brasil.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/areia-branca/panorama>. Acesso em: 12 jul. 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report: Climate Change 2013.** Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Press, 2013.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Sintesis Report.** Disponível em [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). Acesso em: 05 dez. 2020.

MCBEAN, G. **Climate change and extreme weather: a basis for action.** Natural Hazards, Springer Netherlands, v. 31, n.1, 177-190. 2004.

PNUD. **O que é o IDHM.** Disponível em: <https://bit.ly/3NTcalb>. Acesso em: 14 dez. 2020.

PREFEITURA DE AREIA BRANCA. **Areia Branca.** Disponível em: <https://areiabranca.rn.gov.br/>. Acesso em: 12 jul. 2020.

RIOGRANDE DO NORTE. IDEMA. **Perfil do seu município, Areia Branca.** Rio Grande do Norte. 2008.

SANTOS, Caroline Souza dos. **Percepção em movimento: análise das transformações em Galinhos/RN à luz da implementação dos parques eólicos.** 2018. 178f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

VOLTALIA. **Desenvolvemos projetos renováveis sustentáveis.** Disponível em: <https://www.voltalia.com/br/desenvolvimento-1>. Acesso em: 12 jul. 2020.

## POSFÁCIO

**E**XISTEM três “grandes desafios” que a energia eólica enfrenta para aumentar a sua contribuição no fornecimento global de eletricidade. Pesquisas das engenharias enfatizam a necessidade de avanços em matemática, ciência dos materiais e ciência atmosférica, que englobam desde questões em escalas de tempo à estabilidade das redes e níveis diversos de planejamento e gestão dos sistemas. No entanto, as discussões tecnicistas negligenciam os desafios decorrentes da base socioterritorial e que influenciam, sobremaneira, o cenário da transição energética no Brasil, em especial, no Rio Grande do Norte, foco deste livro.

A contradição entre os aspectos positivos da energia eólica e a grande demanda socioterritorial tem como manifestação conflitos socioambientais relacionados à implantação de empreendimentos de energia renovável que resultam em vulnerabilidades e impactos diversos, retratados, nesta obra, por grupos de pesquisa vinculados às Ciências Climáticas, Economia, e Estudos Urbanos e Regionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A organização deste compêndio, inédito na abordagem e urgente nas reflexões, revela que quando os investidores e os gestores públicos valorizam mais os assuntos técnicos, como eficiência e qualidade do vento, acima de considerações ambientais e sociais, vinculadas à noção de justiça social, criam-se consequências negativas da descarbonização, em especial para as populações locais que abrigam as estruturas de geração de energia.

O debate consolidado neste livro traz abordagens atuais e que foram apresentadas durante a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP26), que reuniu 196 países, durante os doze primeiros dias de novembro de 2021, em Glasgow, na Escócia. Apesar da presença de 120 líderes mundiais e da intensa agenda de negociações, essa conferência tão somente adiou os compromissos climáticos para 2022, em especial a redução das emissões de carbono em até 50% e a manutenção do aquecimento global em, no máximo, 1,5°C para 2030. O Brasil está entre os muitos países cujos planos existentes são inadequados para o cumprimento dessas metas.

A noção de justiça, proclamada de modo enfático durante os protestos populares na COP26, compreendida como “justiça climática”, enxerga as mudanças climáticas como uma questão complexa de justiça social, e não apenas como um problema ambiental. Com isso, sabemos que é importante ultrapassarmos os desafios que as tecnologias nos impõem e vislumbrar, em uma abordagem holística,

as soluções para as políticas públicas das energias renováveis e o desenvolvimento tecnológico com vistas à democratização dos benefícios e à redução de danos, em termos sociais e ambientais.

*Adryane Gorayeb*

Departamento de Geografia da UFC

## SOBRE OS AUTORES

### ORGANIZADORA:



**Zoraide Souza Pessoa** – Doutora em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Campinas (2012) com Mestrado (2003) e Graduação (2000) em Ciências Sociais e Especialização em Demografia (2005) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente é professora associada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no Departamento de Gestão de Políticas Públicas e vice coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). É coordenadora do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT/UFRN) e da Rede de Pesquisa Sustentabilidade, Adaptação Climática, Energias e Sociodiversidade dos territórios. Atua como pesquisadora colaboradora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Observatório das Metrôpoles (INCT-OM) - Núcleo RMNatal (UFRN), do Grupo de Pesquisa Estado e Políticas Públicas (EPP/UFRN), do Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT/UERN), do Grupo de Estudos em Gestão Ambiental (GEGA/UERN) e do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Mudanças Climáticas (INCLINE/USP). Tem experiência na área de Ciências Sociais, de Planejamento Urbano e Regional e Políticas Públicas, atuando principalmente em estudos e pesquisas com ênfase nas seguintes temáticas: Questões socioambientais contemporâneas, de sustentabilidade e políticas públicas. Gestão Ambiental e territórios rurais e urbanos. Cidades, Metrôpoles e Sustentabilidades. Riscos e Vulnerabilidade Socioambiental. Mudanças Climáticas, Resiliência e Adaptação. Identidade e Percepção socioambientais. Participação, Movimentos socioambientais. Governança Ambiental. População e Meio Ambiente. Alternativas Energética e Hídrica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7738736219606737>

**AUTORES:**

**Adryane Gorayeb** – Doutora em Geografia (2008), pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), com Mestrado em Geografia (2004), pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Graduação (Licenciatura e Bacharelado) em Geografia (2002 e 2003), pela Universidade Federal do Ceará (UFC). É professora associada II do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, e coordenadora do Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social (Labocart) do Departamento de Geografia da UFC. Orienta trabalhos de Mestrado e Doutorado nas temáticas de mapeamento participativo, cartografia social e impactos socioambientais da energia eólica. Em 2016, concluiu Pós-Doutorado em Geografia pela Texas A&M University/EUA sobre Energias Renováveis com bolsa do CNPq e, atualmente, lidera o Observatório da Energia Eólica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7909668389011966>



**Alexandre Torres Santos** – Doutor em Ciências Climáticas (2014), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com Mestrado (2005) e Graduação (2002) em Meteorologia, pela Universidade Federal de Alagoas. Atua como Pesquisador do ISI-ER (Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis) / SENAI-DR-RN. Atua junto ao setor Industrial, com conhecimento e experiência nas seguintes áreas: eólica, modelagem numérica atmosférica, sensoriamento remoto, previsão de tempo e clima e modelagem estatística aplicada em eólica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6747678803291442>



**Aline Gomes da Silva** – Doutora em Ciências Climáticas (2016), com mestrado em Geofísica e Geodinâmica (2010), e Graduação em Física (2008), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9175605794652020>





**Ana Célia Baía Araújo**—Mestra em Estudos Urbanos e Regionais (2019), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com Graduação no curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental (2014), pelo Instituto Federal de Educação, Tecnologia e Ciência do Rio Grande do Norte (IFRN). Atualmente é bolsista de Gestão Ambiental no Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). É pesquisadora colaboradora do Laboratório Interdisciplinar Sociedade, Ambiente e Territórios (LISAT/UFRN) e do Observatório das Metrôpoles - Núcleo RMNatal.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3804836743240132>.



**Andréia Castro de Paula Nunes**—Mestra em Ciências Ambientais (2017), com Especialização (2015) e Graduação Tecnológica (2010) em Gestão Ambiental, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Possui experiência com Avaliação de Impacto Ambiental; monitoramento da qualidade do ar; energias renováveis; Investigação de Passivos Ambientais; Geoprocessamento; Gerenciamento de Resíduos Sólidos, e outros instrumentos de Gestão Ambiental. Atuou como professora substituta de Gestão Ambiental, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Viamão, no período de 2017 a 2019.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6327061683812515>



**Bergson Guedes Bezerra**—Doutor (2011) e Mestre (2006) em Meteorologia, pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com Graduação em Física (2003), pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde atua no curso de Graduação em Meteorologia (bacharelado) e no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas. Tem experiências nas áreas de agrometeorologia e micrometeorologia, com ênfase nas trocas de energia e massa entre a biosfera e a atmosfera. Possui interesse específico nas trocas de energia, vapor de água e gases traço em ecossistemas tropicais, a exemplo da Caatinga e Mata Atlântica e em ecossistemas agrícolas.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1901216516407999>



**Caroline Souza dos Santos** – Mestra em Estudos Urbanos e Regionais (2018), com Graduação em Gestão de Políticas Públicas (2012), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente é doutoranda, pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). Tem interesse nas áreas de gestão de políticas públicas, especialmente do eixo ambiental, desenvolvimento regional e territorial, participação e movimento sociais e políticas públicas de Gênero e Diversidade sexual. Atuou como professora substituta no Departamento de Políticas Públicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7746939078495590>



**Cláudio Moisés Santos e Silva** – Doutor em Meteorologia (2009), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com Mestrado em Meteorologia (2005), pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), e Graduação em Meteorologia (2002), pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente é professor do Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas (DCAC), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Membro do corpo docente do Programa de Pós Graduação em Ciências Climáticas da UFRN. Especialista em estudos do sistema climático a partir de modelos dinâmicos de mesoescala. Desenvolve pesquisas com foco em aspectos regionais do tempo e do clima na Amazônia e no Nordeste do Brasil. Atua no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT): Observatório Nacional da Dinâmica da Água e do Carbono no Bioma da Caatinga (ONDACBC), que é uma rede de análises de dados ambientais pioneira no Bioma Caatinga. Autor de mais de 60 artigos científicos nas áreas de Geociências, Meteorologia e Ciências Ambientais, a maioria em revistas indexadas internacionais de alto fator de impacto.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1394248306018449>



**Cristiano Prestrelo de Oliveira** – Doutor em Meteorologia (2013), pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciência Atmosféricas (IAG/USP), com Mestrado em Meteorologia (2008), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Graduação em Meteorologia (2006), pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). É Professor e atual Chefe do Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas (DCAC), e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas (PPGCC/UFRN). É pesquisador do Núcleo de Apoio à pesquisa em Mudanças Climáticas (INCLINE/USP - *INterdisciplinary CLimate INvEstigation Center*). Possui pós-doutorado (2016) no IAG/USP, em projeto vinculado ao Instituto Vale do Rio Doce (ITV). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Climatologia, atuando principalmente nos temas ligados às mudanças e variabilidades do clima.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2461244145338043>



**Daniel Faro do Amaral Lemos** – Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares (2005), com Graduação em Engenharia Mecânica (2001), pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atuou na empresa Eólica Tecnologia no desenvolvimento de projetos de centrais Eólicas e no Centro Brasileiro de Energia Eólica, assessorando projetos de pesquisa e desenvolvimento. Em 2004 ingressou na Petrobras, onde atuou no suporte à manutenção de equipamentos de produção e transferência de petróleo e gás. Participou no desenvolvimento de normas técnicas de energia eólica para a Petrobras e para a ABNT. Atualmente, é responsável técnico pelo Laboratório de Mapas e Dados de Recursos Energéticos do (CTGAS-ER), consórcio formado entre a Petrobras e o SENAI.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2792955722355588>



**Edilza Paula Queiroz Alves** – Mestre em Estudos Urbanos e Regionais (2019) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com intercâmbio no Rio de Janeiro, pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPUR). Possui graduação em Gestão de Políticas Públicas (2016), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente é pesquisadora colaboradora do Laboratório Interdisciplinar Sociedade, Ambiente e Territórios (LISAT/UFRN) e do Observatório das Metrôpoles - Núcleo RMNatal; e atua como bolsista de Gestão de Políticas Públicas, no Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9697074573078370>



**Ellitamara Alves de Oliveira Melo** – Graduada em Ciências Econômicas (2021), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e em Gestão Financeira (2011), pela Universidade Potiguar (UNP). Atuou como bolsista de Iniciação Científica pelo PIBITI-UFRN (2016-2021), e bolsista colaboradora no projeto “Indicadores e análise da dinâmica econômica do Estado do Rio Grande do Norte no período recente”, desenvolvido junto a Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças (SEPLAN/RN), no período de 2019 a 2021. Atualmente, é analista econômica no setor industrial da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte (SEDEC/RN). É membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Espaço, Trabalho, Inovação e Sustentabilidade (GEPETIS). Possui interesse nas áreas de Desenvolvimento Econômico Regional, Desenvolvimento Econômico, Economia Sustentável e Economia da Energia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6381238983468805>



**Eric Mateus Soares Dias** – Mestre em Estudos Urbanos e Regionais (2020), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com Graduação em Gestão Ambiental (2017), pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). É colaborador no Laboratório de Estudos em Educação Ambiental (LABEA/UERN), e pesquisador colaborador no Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LI-SAT/UFRN). Atualmente é doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). Possui experiência em projetos socioambientais e educação ambiental.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7228847321681517>

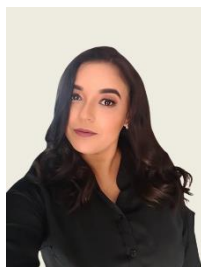


**Gerda Lúcia Pinheiro Camelo** – Doutora em Recursos Naturais (2013), pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com Mestrado em Gestão e Políticas Públicas (2001), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e Especializações em: Gestão da Qualidade Total (1998), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Comércio Exterior (2004), com ênfase em empresas de pequeno porte, pela Universidade Católica de Brasília; e, Educação Profissional Técnica de Nível Médio integrado ao Ensino Médio na modalidade de Jovens e Adultos (2007), pelo Centro Federal de Educação do Rio Grande do Norte. É graduada em Administração de Empresas (1987) e Ciências Contábeis (1985), pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Atualmente é professora titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), nos cursos: Técnico de Administração, Tecnologia de Gestão Ambiental e Tecnologia em Gestão Pública, bem como no curso de especialização em Gestão Ambiental e no Mestrado em Uso Sustentável dos Recursos Naturais, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6200316595995035>



**Gesinaldo Ataíde Cândido** – Doutor em Engenharia de Produção (2001), pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com Mestrado (1995) e Graduação (1989) em Administração, pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, professor titular em Administração Geral da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e professor permanente junto aos Programas de Pós-graduação em Administração da UFPB e da UFCG. Líder do GEGIT (Grupo de Estudos em Gestão, Inovação e Tecnologia). Membro de conselho editorial e avaliador de vários de vários periódicos científicos e referência em vários eventos científicos no Brasil e no exterior. Coordena três projetos de pesquisa financiados por órgãos de fomento. Seus atuais temas de pesquisa e linhas de pesquisa de interesse envolvem: Competitividade Sistêmica e Desenvolvimento Local, Inovação e Sustentabilidade, Energia e Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores, Gestão de Recursos Naturais, Inovação Tecnológica, Tecnologias Sociais, Administração e Sociedade.  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2771934125977891>



**Gilvani Gomes de Carvalho** – Mestra em Meteorologia (2021), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com ênfase em sensoriamento remoto. Possui Graduação em Química (2012) e Meteorologia (2018), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Durante a graduação em Meteorologia trabalhou com modelagem numérica aplicada à energia eólica offshore, utilizando o modelo RegCM e o WRF. Possui conhecimento em Fortran, GrADS, Linux, R, e Python. Atualmente é doutoranda em Meteorologia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, onde é integrante do grupo de pesquisa Grupo de Radiação Solar, Terrestre e Atmosférica (G-STAR).  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9255183505245846>



**Leonardo de Lima Oliveira** – Especializa Técnico em Energia Eólica, pelo Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER), com Graduação em Engenharia Mecânica (2013), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atua junto ao setor industrial (SENAI) desde 2013, com conhecimento e experiência na área de simulação em CFD (Dinâmica Computacional dos Fluidos) e energia eólica, avaliando medições anemométricas e dados operacionais de aerogeradores, aplicando normas internacionais de ensaio de aerogeradores (curva de potência e carregamentos mecânicos) e simulando recursos eólicos via CFD. Atualmente é instrutor e pesquisador do Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER - SENAI-DR/RN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9219258179681295>



**Loren Cassiane Souza Silva** – Graduada em Gestão de Políticas Públicas, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisadora no Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT/UFRN) e bolsista de Iniciação Científica (IC). Experiência em pesquisa com temáticas socioambientais; mudanças climáticas; sustentabilidade e energias renováveis.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6379899480582323>



**Luciano André Cruz Bezerra** – Mestre em Engenharia Mecânica (2003), e Especialista em Energia Eólica (2011), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com Graduação em Engenharia Civil (2001), pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Atualmente é funcionário do Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis. Atua na área de energia eólica, com ênfase na prospecção de recurso eólico, avaliação de potencial eólico, projeto de centrais eólicas e desenvolvimento de projetos de pesquisa.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1653820021437677>



**Luziene Dantas de Macedo** – Doutora em Economia (2015), pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com Mestrado em Economia (2003), pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e Graduação em Ciências Econômicas (1999), pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e membro do Grupo de Estudos e

Pesquisas em Espaço, Trabalho, Inovação e Sustentabilidade (GEPETIS) e do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Território (LISAT/UFRN). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Teoria Econômica, Desenvolvimento Econômico/Regional, Economia da Energia, Planejamento Setorial e Fontes Renováveis de Energia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5043599141034024>



**Moema Hofstaetter** – Doutora em Turismo (2021), e Mestre em Estudos Urbanos e Regionais (2016), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Possui Especialização em Ciências Sociais (2003) e Graduação em Filosofia (1990), pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Tem experiência de sala de aula nas disciplinas de filosofia, sociologia, história e meio ambiente. Com experiência de mais de 20 anos, atua nas áreas de gestão de recursos humanos, elaboração, coordenação, avaliação e administração de projetos sociais e empresariais; executa pesquisas, coordenando e organizando cursos, oficinas, seminários e formação profissional. Tem experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em Técnicas de Planejamento e Projetos Urbanos e Regionais nos seguintes temas: política nacional, planejamento territorial, turismo rural, agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural, plano de desenvolvimento, relações sociais de gênero, relação sociedade-ambiente, gestão ambiental e energias renováveis.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1092920883703509>





**Moniki Dara de Melo Ferreira** – Mestre em Ciências Climáticas (2020), com Graduação em Meteorologia (2018), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). É Técnica em Geologia (2018), pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), e Especialista Técnica em Energia Eólica pelo Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER). Possui experiência prática em pesquisa científica com o uso de ferramentas estatísticas para banco de dados meteorológicos, bem como, na Modelagem Dinâmica da Atmosfera, complementado com experiência na indústria da Energia Eólica brasileira e americana, como Analista de Avaliação de Recursos Eólicos. Tem participado como Meteorologista consultora em projetos eólicos localizados em diversos sítios no Brasil, Estados Unidos e Canadá.  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1883018195396459>



**Patrícia Nunes Tuchtenhagen** – Doutora em Ciências Climáticas (2019), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com Mestrado (2013) e Graduação em Meteorologia (2010), pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Atuou como bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial do CNPq, no Centro Estadual de Meteorologia (CEMETRS/FE-PAGRO). Possui interesse na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia, aperfeiçoando-se principalmente em: modelagem atmosférica, WRF, energia eólica e meteorologia de mesoescala.  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1782938142785537>



**Phlidmann Delfino Souto** – Graduado em Gestão de Políticas Públicas (2021) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atuou como Bolsista de Iniciação Científica (IC) no Laboratório Interdisciplinar Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT) na UFRN (2018 - 2020), tem experiência nas áreas de Pesquisa com temáticas em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Políticas Públicas e Energias Renováveis. Atualmente faz Graduação em Tecnologia de Redes de Computadores, pela Universidade Estácio de Sá, atuando na área de Infraestrutura de Redes, Gestão de Processos em TI e Inovação. Na área Técnica é formado em Manutenção e Suporte

em Informática (2016) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN); e Eletrônica de Projetos (2013) pelo Instituto Metrópole Digital (IMD/UFRN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6965470506630665>



**Rebeca Marota da Silva** – Mestra em Estudos Urbanos e Regionais pelo (2017), com Graduação em Ciências Econômicas (2013), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente é doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). Tem experiência na área de Economia, atuando principalmente em: Desenvolvimento Socioeconômico; Administração Pública; Políticas Públicas; Estado e Sociedade; Dinâmica Econômica e Regional; Urbanização; Pesquisa; Consultoria Econômico-Financeira e Projetos de viabilidade econômica. Atualmente trabalha como pesquisadora do Observatório das Metrôpoles, na pesquisa Economia Metropolitana e Desenvolvimento Regional: mudanças da base produtiva e mercado de trabalho.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5512571518362737>



**Robson Garcia da Silva** – Mestre Profissional em Ciências Ambientais (2017), com Especialização (2011) e Tecnólogo (2009) em Gestão Ambiental, pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Atualmente é coordenador e professor do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, e professor do curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Viamão. Possui experiência e atua nas seguintes áreas: avaliação de impactos ambientais, indicadores de sustentabilidade, produção mais limpa e geoprocessamento. Atuou como coordenador do curso Técnico em Meio Ambiente do IFRS, campus Viamão, entre 2017 e 2019. Foi professor convidado do Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), professor substituto do IFRN (2013-2015), instrutor de cursos de geoprocessamento, técnico em geoprocessamento no Grupo Mining Ventures Brasil Pesquisa e Mineração LTDA, e técnico em geoprocessamento na Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH-RN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4192655476695373>



**Rosaria Rodrigues Ferreira** – Doutora em Ciências Climáticas (2021), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com Mestrado em Meteorologia (2017), pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Graduação em Meteorologia (2013), pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente trabalha no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), como Pesquisadora do Projeto "Serviços de Operação de uma Rede de Torres de Medição de Fluxo de Superfície do Programa LBA", vinculada ao Projeto *Amazon Tall Tower Observatory* (ATTO).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9103954192801091>



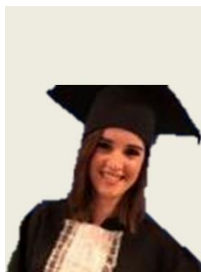
**Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira** – Mestre em Estudos Urbanos e Regionais (2019), com Graduação em Gestão de Políticas Públicas (2015), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e mobilidade acadêmica internacional (2014-2015) no curso de Administração Pública na Universidade de Aveiro, na Cidade de Aveiro/Portugal. Atualmente é professor substituto no Departamento de Políticas Públicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (DPP/UFRN), e doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). É revisor de periódicos científicos. Pesquisador integrante do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT/UFRN), Colaborador do Núcleo Natal do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Observatório das Metrôpoles (INCT-OM), e do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Mudanças Climáticas (INCLINE/USP). Tem experiência nas áreas de Políticas Públicas e Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em: meio ambiente, sustentabilidade e políticas públicas; gestão de riscos e planejamento urbano; agenda climática; energias renováveis, entre outros; além disso, tem interesse na área de Metodologia Científica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8405796140306191>



**Weber Andrade Gonçalves** – Doutor em Meteorologia (2013), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPI), com estágio na *City University of New York*, nos Estados Unidos. Possui Mestrado em Meteorologia (2009) pelo INPE, com Graduação em Meteorologia (2007), pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCC). Realizou Pós-doutorado na Universidade Federal de Campina Grande. Atuou na área de meteorologia operacional, no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2014-2015). Atualmente é Professor do Magistério Superior, no Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia Sinótica, Climatologia e Sensoriamento Remoto da Atmosfera.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3901367142857642>



**Wendy Mary da Silveira Pires** – Graduada em Meteorologia (2019), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atuou como bolsista de Iniciação Científica na área de modelagem dinâmica regional da atmosfera, através do modelo REGCM4. Tem experiência na área de Geociências, e modelagem regional da atmosfera com os modelos REGCM4 e WRF.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4862701131287048>