COPPE UFRJ
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

ASSIMETRIAS NA APROPRIAÇÃO DE BENEFÍCIOS ADVINDOS DA EXPANSÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE

Eduardo Janser de Azevedo Dantas

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa
Neilton Fidelis da Silva

Rio de Janeiro
Novembro de 2021

ASSIMETRIAS NA APROPRIAÇÃO DE BENEFÍCIOS ADVINDOS DA EXPANSÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE

Eduardo Janser de Azevedo Dantas

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa
Neilton Fidelis da Silva

Aprovada por: Prof. Luiz Pinguelli Rosa
Prof. Neilton Fidelis da Silva
Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Profa. Sylvia Meimaridou Rola
Prof. Luciano Basto Oliveira
Prof. Ricardo Ferreira Pinheiro

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

NOVEMBRO DE 2021

Dantas, Eduardo Janser de Azevedo

Assimetrias na Apropriação de Benefícios Advindos da Expansão da Indústria Eólica no Rio Grande do Norte / Eduardo Janser de Azevedo Dantas. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2021.

XV, 187 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa

Neilton Fidelis da Silva

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2021.

Referências Bibliográficas: p. 185-201.

1. Energias renováveis. 2. Indústria eólica. 3. Desenvolvimento regional. 4. Rio Grande do Norte. 5. Galinhos. I. Rosa, Luiz Pinguelli *et al*. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

A minha mãe Letice, e meu pai José Adelino (*in memoriam*), por terem me colocado em seu projeto de vida.

A minha companheira Elane e meu filho Lucas, que respiraram comigo cotidianamente as emanações deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Quando percebi que este trabalho de tese estava se encerrando, começou a passar um filme na minha mente...

Agradeço ao meu orientador, colega e amigo de trabalho e de vida desde 1992, quando ingressei na antiga ETFRN, hoje IFRN, professor Neilton Fidelis da Silva, por ter estado junto desde o início para que o convênio Dinter IFRN/COPPE-UFRJ fosse efetivado, por partilhar sua experiência acumulada conosco, pela permanente disponibilidade em esclarecer questões, pensar junto e construir o conhecimento, sempre em uma perspectiva crítica e educativa, inconformado com o atraso social e as iniquidades do mundo. Muito obrigado.

Ao meu orientador, professor Luiz Pinguelli Rosa, por acolher a ideia de promover um doutorado em Planejamento Energético fora dos centros de decisão, em uma região periférica de um país periférico, mas plenos de potencialidades, pelas sugestões e encaminhamentos transmitidos ao longo de todo este percurso. Muito obrigado.

Aos/às professores/as Amaro Olimpio Pereira Junior, Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas, Emilio Lèbre La Rovere, André Frossard Pereira de Lucena, Alessandra Magrini, Maurício Cardoso Arouca, Christiane Barbosa Eluan Uchôa, Sérgio H. F. Cunha, pelo conhecimento repassado.

Ao professor Renato Samuel, amigo e colega de trabalho do IFRN, por toda dedicação e atenção nas atividades de coordenação local do Dinter.

A todos/as colegas e amigos/as do Dinter, Maria Luíza, Herika, Elisângela, Caio, João Maria, José Adriano, André, Maurisete, Fábio, Hélio, Stallone, Gabriel, Roberto, Jean, e Daniel, pela parceria durante toda essa jornada.

Ao professor Marcio Giannini Pereira, por partilhar sua experiência e amizade.

Ao professor Belchior de Oliveira Rocha, amigo e colega de trabalho no IFRN, pelo irrestrito apoio, enquanto Reitor da instituição, para tornar possível o nosso projeto do Dinter.

Aos/às queridos/as Luana, Suelen, Márcio e Renato, que muito me ajudaram na aplicação dos questionários desta pesquisa junto à população de Galinhos.

A Márcio Simões pela revisão linguística desta tese.

A minhas irmãs Jussara e Rossana, e meu irmão Eugênio, por estarmos juntos na vida e no apoio e acompanhamento de papai e mamãe.

Aos/as amigos/as que me acompanharam nesta jornada, meu carinho.

A todos/as que fizeram parte deste longo processo, meu muito obrigado!

"Tudo o que era sólido e estável se desmancha no ar, tudo o que era sagrado é profanado e os homens são finalmente obrigados a encarar sem ilusões a sua posição social e as suas relações com os outros homens.

Impelida pela necessidade de mercados sempre novos, a burguesia invade todo o globo terrestre. Necessita estabelecer-se em toda parte, explorar em toda parte, criar vínculos em toda parte.

Pela exploração do mercado mundial, a burguesia imprime um caráter cosmopolita à produção e ao consumo em todos os países"

Karl Marx e Friedrich Engels
Manifesto Comunista – 1848

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ASSIMETRIAS NA APROPRIAÇÃO DE BENEFÍCIOS ADVINDOS DA EXPANSÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE

Eduardo Janser de Azevedo Dantas

Novembro/2021

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa
Neilton Fidelis da Silva

Programa: Planejamento Energético

A energia eólica atualmente assume relevância em nível global na transição energética em curso. Nesse ambiente, o Brasil é um importante mercado para os investimentos dessa indústria, registrando, em 2021, 19,1 GW instalados. Como reflexo das excelentes qualidades de vento verificadas em seu território, o Nordeste brasileiro abriga 86% da capacidade instalada nacional, tendo destaque o Rio Grande do Norte, que contabiliza 5,6 GW. Nesse contexto, para este estado, investiga-se o modelo de negócio, as estratégias de legitimação, as implicações socioeconômicas e ambientais decorrentes da expansão da indústria eólica. A tese permite inferir que a cadeia produtiva da indústria eólica no Rio Grande do Norte mostra limitações quanto à apropriação dos seus benefícios a uma ampla parcela da sociedade norte-rio-grandense, uma vez que os empregos gerados são limitados e temporários, além de apresentarem baixa remuneração. Constata-se também que a indústria não foi capaz de atuar positivamente nos indicadores socioeconômicos dos municípios que abrigam a indústria eólica no estado. Esse mercado pouco contribui para a ampliação das receitas estaduais, mas, pelo contrário, impôs a este renúncia tributária que compromete a capacidade de investimento da gestão pública. A disposição geográfica da estrutura produtiva dessa indústria apresenta forte discrepância espacial, uma vez que a localização das unidades produtoras dos equipamentos encontra-se em regiões afastadas dos territórios onde se concentram os aproveitamentos eólicos no país. Em termos socioambientais, o discurso convergente aponta a fonte eólica como de baixo impacto, precisa ser reelaborado, tendo em vista o acúmulo de evidências de inúmeros impactos socioambientais em biotas e assentamentos humanos, o que torna imperativo ajustes no processo de licenciamento ambiental vigente no país.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ASYMMETRIES IN THE APPROPRIATION OF BENEFITS ARISING FROM THE EXPANSION OF THE WIND INDUSTRY IN RIO GRANDE DO NORTE

Eduardo Janser de Azevedo Dantas

November/2021

Advisors: Luiz Pinguelli Rosa
Neilton Fidelis da Silva

Department: Energy Planning

Wind energy currently assumes global relevance in the ongoing energy transition. In this environment, Brazil is an important market for investments in this industry, recording in 2021 19.1 GW installed. As a reflection of the excellent wind qualities verified in its territory, the Brazilian Northeast hosts 86% of the national installed capacity, with emphasis on Rio Grande do Norte, which accounts for 5.6 GW. In this context, for this state, the business model, the legitimation strategies, the socioeconomic and environmental implications arising from the expansion of the wind industry are investigated. The thesis allows us to infer that the productive chain of the wind industry in the Rio Grande do Norte shows limitations regarding the appropriation of its benefits to a large portion of the Rio Grande do Norte society, since the jobs generated are limited and temporary, in addition to presenting low pay. It is also verified that the industry was not able to act positively on the socioeconomic indicators of the municipalities that house the wind industry in the state. This market contributes little to the expansion of state revenues, but, on the contrary, it imposed a tax waiver on this tax that compromises the investment capacity of public administration. The geographical disposition of the productive structure of this industry presents a strong spatial discrepancy since the location of the equipment producing units is distant from the territories where the country's wind farms are concentrated. In social and environmental terms, the convergent discourse which points to the wind source as having a low impact needs to be redesigned, given the accumulation of evidence of numerous social and environmental impacts on biotas and human settlements, which leads to adjustments to the current environmental licensing process in the country imperative.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 16

CAPÍTULO 1 – ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE 24

1.1 PANORAMA DA PRODUÇÃO E USO GLOBAL DA ENERGIA 26
1.2 A CONSTITUIÇÃO DE UM MOVIMENTO GLOBAL PELO MEIO AMBIENTE 38
1.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM OXIMORO?..... 49

CAPÍTULO 2 – A INDÚSTRIA EÓLICA: EVOLUÇÃO DE MERCADO E INCENTIVOS 62

2.1 O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DE ENERGIA EÓLICA 62
2.2 OS MECANISMOS DE INCENTIVOS 69
2.3 A ENERGIA EÓLICA NO BRASIL 77
2.4 A INDÚSTRIA EÓLICA E SUA CADEIA PRODUTIVA 85

CAPÍTULO 3 – MERCADO DE ENERGIA E SEUS REBATIMENTOS SOCIOECONÔMICOS: O CASO RIO GRANDE DO NORTE 92

3.1 ENERGIA EÓLICA: ABUNDÂNCIA ENERGÉTICA EM UMA REGIÃO DE CONTRASTES 93
3.2 REPERCUSSÕES SOCIOECONÔMICAS ADVINDAS DA CHEGADA DA INDÚSTRIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE 99
3.2.1 Impacto no Produto Interno Bruto – PIB 102
3.2.2 O Produto Interno Bruto Municipal Desagregado Desvelando a Influência da Indústria Eólica 108
3.2.3 Rebatimentos Fiscais 114
3.2.3.1 Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN 117
3.2.3.2 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS 121
3.2.3.3 Receita Corrente Municipal 122
3.2.4 Geração de Empregos 124
3.3 OUTROS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS EM PERSPECTIVA..... 142

CAPÍTULO 4 – REPERCUSSÕES AMBIENTAIS E SEUS DESDOBRAMENTOS SOCIAIS DECORRENTES DOS EMPREENDIMENTOS EÓLICOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE GALINHOS 146

4.1 LIMITES SOCIOAMBIENTAIS À EXPANSÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA 146
4.1.1 A busca de uma explicação para a oposição à energia eólica..... 147
4.1.2 As reações de comunidades à chegada da indústria eólica 149
4.2 METODOLOGIA APLICADA AO CAMPO 151
4.3 A ENERGIA EÓLICA EM GALINHOS – ANÁLISE *EX-ANTE*..... 153
4.3.1 O Movimento "Eólicas sim, nas dunas não!" 154
4.3.1.1 A percepção da comunidade 157
4.3.1.2 A Percepção dos Investidores 158
4.3.1.3 A atuação da gestão pública 160
4.3.1.4 A atuação do Judiciário 161
4.3.2 Energia eólica e seus potenciais impactos: o que os estudos apontam 163
4.4 ANÁLISE *EX-POST*: PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE APÓS A CONSOLIDAÇÃO DO PARQUE EÓLICO 167

4.4.1 A pesquisa de campo 167
4.4.2 Conhecimento da comunidade sobre o conceito de energia renovável 168
4.4.3 O parque eólico e o meio ambiente 169
4.4.4 O parque eólico e seus rebatimentos socioeconômicos e cultural 170

CONCLUSÃO..... 176

REFERÊNCIAS 185

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Oferta primária global de energia por fonte, no período de 1990 a 2017, em Mtoe. 29
Figura 2 Distribuição regional da oferta primária global de energia por fonte, nos anos de 1990 e 2017, em Mtoe. A. Norte * exclui os EUA, e Ásia * exclui a China. 30
Figura 3 Consumo final de energia por fonte para os setores industrial, residencial e de transporte, nos anos de 1990 e 2017, em Mtoe. 31
Figura 4 Geração global de eletricidade por característica da fonte, no período de 1990 a 2017, em TWh. 32
Figura 5 Geração global de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, por fonte, no período de 1990 a 2017, em TWh. 34
Figura 6 Representação esquemática e simplificada de um quadro de avaliação integrado ao se considerar mudança climática antropogênica. 44
Figura 7 Evolução da capacidade instalada em energia eólica onshore e offshore mundial. 65
Figura 8 Evolução da capacidade instalada em energia eólica mundial no plano regional, para o período de 2008 a 2018. 65
Figura 9 Potência contratada em MW nos leilões de energia eólica promovidos pela ANEEL, entre 2009 e 2019 no eixo esquerdo, e preço médio dos projetos em R$/MW para o mesmo período, no eixo direito. 82
Figura 10 Evolução da capacidade instalada acumulada em GW para energia eólica, no período de 2011 a 2019, no eixo esquerdo, e adição de capacidade instalada em GW para o mesmo período, no eixo direito. 83
Figura 11 Evolução do fator de capacidade médio para o sistema de energia eólica brasileiro, no período de 2012 a 2019. 84
Figura 12 Capacidade instalada em energia eólica de estados brasileiros, em GW, no eixo esquerdo, e índice de Gini fundiário estadual no eixo direito. 96
Figura 13 Localização geográfica dos municípios eólicos no Rio Grande do Norte e seus respectivos territórios. 102
Figura 14 Evolução da média do PIB per capita real municipal, em R$, para cada território com municípios eólicos, comparando-se municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2008 a 2018 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território. 106
Figura 15 Evolução da média do VAB per capita real industrial municipal, em R$, para os territórios Mato Grande e Seridó, comparando-se municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2008 a 2018 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território. 108
Figura 16 Evolução do VAB per capita real municipal, em R$, para os municípios do território Mato Grande: João Câmara; Parazinho; Pedra Grande; São Bento do Norte; Ceará-Mirim; São Miguel do Gostoso; Jandaíra; e Touros – eixo esquerdo –. Considera-se o VAB setorial de: indústria; serviços; administração pública; e agropecuária. Período de 2008 a 2018. Evolução da

capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por município. 113
Figura 17 Evolução do número índice de ISSQN recolhido nos municípios eólicos e não eólicos, e nível estadual, percentual de ISSQN por receita corrente municipal no período de 2007 a 2017 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território. 119
Figura 18 Receita corrente de municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2007 a 2017 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território. 123
Figura 19 Evolução do número total de empregos por Território, para municípios eólicos e não eólicos, no período de 2011 a 2019, e capacidade instalada de energia eólica em MW, por Território. No eixo esquerdo, número de empregos gerados. No eixo direito, capacidade instalada em energia eólica, em MW. 125
Figura 20 Evolução do emprego por Território com parques eólicos, nos setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; e serviços, no período de 2011 a 2019. Nos gráficos da esquerda, em municípios eólicos, e nos gráficos da direita, em municípios não eólicos, no eixo esquerdo, número de empregos gerados. No eixo direito, capacidade instalada em energia eólica, em MW. 132
Figura 21 Evolução do emprego no Território Mato Grande, nos setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; e serviços, no período de 2011 a 2019. Capacidade instalada em energia eólica, em MW. Nos gráficos da esquerda, no eixo esquerdo, número de empregos, e no eixo direito, capacidade instalada. Nos gráficos da direita, no eixo esquerdo, variação do número índice relativo ao emprego, e no eixo direito, capacidade instalada. 136
Figura 22 Evolução do emprego em João Câmara, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 137
Figura 23 Evolução do emprego em Ceará Mirim, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 138
Figura 24 Evolução do emprego em São Miguel do Gostoso, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 138
Figura 25 Evolução do emprego em Parazinho, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 139
Figura 26 Evolução do emprego em Pedra Grande, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores

econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 140
Figura 27 Evolução do emprego em São Bento do Norte, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 141
Figura 28 Evolução do emprego em Jandaíra, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos. 141
Figura 29 Mapa de localização de Galinhos. 156
Figura 30 Conhecimento da comunidade sobre o conceito de energia renovável. 168
Figura 31 O parque eólico e o meio ambiente. 170
Figura 32 O parque eólico e seus rebatimentos. 172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Evolução da oferta global total de energia no período de 1990 a 2017, por tipo de fonte, em Mtoe. 28
Tabela 2 Geração total global de eletricidade por tecnologias de energias renováveis (TWh). 33
Tabela 3 Potenciais teórico e técnico, e produção global por fontes de energias renováveis (EJ/ano). 34
Tabela 4 Indicadores socioeconômicos, climático e energéticos, por regiões e países selecionados. 37
Tabela 5 Capacidade instalada de energia eólica global e por países (GW). 66
Tabela 6 Adição de capacidade instalada para países ou regiões selecionadas, em GW, no período de 2001 a 2019, taxa anual de adição de capacidade em GW e coeficiente de determinação. 68
Tabela 7 Primeiras experiências de energia eólica no Brasil – Anos 1990. 78
Tabela 8 Capacidade instalada em MW e geração elétrica em energia eólica no Brasil, em regiões e estados produtores, no ano de 2019. 85
Tabela 9 Mapeamento da cadeia produtiva da indústria de energia eólica brasileira, com identificação da quantidade de indústrias em cada aspecto, com a visão por região e por estado. 89
Tabela 10 Total de parques eólicos em operação no Rio Grande do Norte, respectiva capacidade instalada em MW, e PIB municipal e do Rio Grande do Norte em 2018 a preços constantes de 2008, em mil R$. 103
Tabela 11 Receita tributária de ISSQN, Cota de ICMS e Receita corrente, no ano de 2017, nos municípios eólicos e estado do Rio Grande do Norte, em mil reais. Percentuais de ISSQN e Cota de ICMS em relação à receita corrente. Valores de arrendamentos pagos a proprietários de terrenos com torres eólicas, por município, em 2018, em mil reais. Valores pagos a beneficiários do Programa Bolsa Família nos municípios eólicos, em 2018, em mil reais, e média de famílias beneficiadas. 117
Tabela 12 Variação absoluta e percentual do número de empregos no Rio Grande do Norte e em municípios que abrigam parques eólicos, por Território, nos períodos 2001-2010 – A – e 2011-2019 – B –. Setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública. 129
Tabela 13 Variação do número de empregos nos municípios eólicos do Território Mato Grande, nos períodos 2001-2010 – A – e 2011-2019 – B –. Setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública. 133
Tabela 14 IDH-M, percentual de extremamente pobres e de pobres em relação à população, percentual de vulneráveis à pobreza, população total e percentual da população rural em relação à população total, para os municípios eólicos, com dados de 2010. 143
Tabela 15 Percepção dos investidores frente à oposição dos moradores de Galinhos. 159
Tabela 16 Expectativas e apreensões da comunidade *ex-ante*, de acordo com as dimensões de ordem econômica, sociocultural e ambiental. 167

Tabela 17 Síntese das percepções e apreensões antes da instalação do parque e o diagnóstico da realidade observado pela pesquisa de campo. 173

INTRODUÇÃO

Desde tempos remotos o ser humano utiliza a força do vento para obter energia e, por meio dela, realizar atividades de transporte ou movimentar o sistema produtivo. Na antiguidade o vento impulsionou barcos, fato que veio revolucionar os transportes, permitindo a navegação de longo curso. A energia dos ventos propiciou as grandes navegações na época dos descobrimentos, expandindo fronteiras, alcançando, assim, novas terras e mercados (HÉMERY *et al.*, 1993). Esta forma de energia foi também utilizada na Idade Média como alternativa de menor custo para moer grãos. A Revolução Industrial, por sua vez, representou a intensa utilização de combustíveis fósseis para a movimentação da crescente produção, e posteriormente, os serviços de transporte. Expandiu-se a indústria, o transporte ferroviário e marítimo, a produção de aço, enfim o capitalismo ganhou impulso e mundializou-se. Dessa forma, a energia dos ventos passou para um plano secundário de importância.

No último século diversas experiências de conversão de energia eólica em eletricidade foram feitas, principalmente nos EUA, Dinamarca, França, Alemanha e Reino Unido, resultando em aprendizado tecnológico e desenvolvimento de um crescente mercado de equipamentos. O Choque do Petróleo de 1973 foi marcante quanto à abertura de oportunidades para a intensificação do desenvolvimento dessa tecnologia, quando saltou-se da potência de dezenas de kW para aerogeradores comercializados hoje que superam unidades de MW.

O final do século passado foi marcado pela dependência dos Estados nacionais da estabilidade na oferta e preço dos combustíveis fósseis, mercado esse que adiciona ao debate receios quanto aos impactos socioambientais decorrentes da sua cadeia de produção e uso. O reconhecimento do aumento médio da temperatura do planeta, creditado às atividades antropogênicas, deu origem a uma frente de apreensões com fortes interseções econômicas, socioambientais e culturais.

Este ambiente catalisou o desenvolvimento da tecnologia eletro-eólica, tendo destaque uma maior concentração de investimentos nos EUA e Europa, não só com a consolidação de grandes fabricantes, mas também com a disseminação de parques eólicos dentro e fora de seus territórios. Já no século em curso, registra-se iniciativas na Ásia e em menor escala na América Latina e África, com perspectivas de expansão, estimuladas por um mercado concentrado de fabricantes e operadores com presença institucional que se amplia a cada dia (TOLMASQUIM, 2016).

Na Europa, o aumento do custo da energia elétrica, a busca pela redução de sua dependência energética de recursos externos e do humor de mercado, levou o bloco a adotar políticas de incentivo ao uso de recursos endógenos, provocando assim uma onda de investimentos em energia eólica. Este continente já contabilizava, em 2020, 207,6 GW de potência instalada em energia eólica. Na Ásia, esta capacidade instalada atingiu, no mesmo ano, 332,3 GW em capacidade eólica, destacando-se a China, que responde por 85% desse total. Na América Latina, o processo de adoção da energia eólica ocorre de forma mais lenta, pois o continente alcançou, em 2020, 34,6 GW de capacidade instalada, no qual o Brasil assume a liderança, respondendo por cerca de 50% de toda essa potência, 17,2 GW (IRENA, 2021; KALDELLIS; ZAFIRAKIS, 2011).

Pode-se, a partir do processo histórico de formação do mercado eólico, inferir que o seu desenvolvimento resulta de políticas de promoção e inserção de energias renováveis. Vários mecanismos de suporte foram implementados: corte de impostos para fontes renováveis, sistemas de tarifas *Feed-In*, sistemas de cotas, dentre outros arranjos regionais e domésticos.

No início dos anos 2000 o Brasil vivenciou um processo de adaptação normativa com vistas ao incentivo à oferta de energia a partir de fontes renováveis. Para tanto, foi criada uma estrutura regulatória que permitia a participação plena do setor privado na exploração de energia elétrica, e uma sinalização de que este setor seria o responsável maior pela expansão da oferta interna de energia (SILVA, 2006).

A partir da crise de abastecimento de energia elétrica vivida pelo Brasil em 2001, o governo federal lançou o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEOLICA –, que tinha como objetivo promover a introdução de 1.050 MW de fonte eólica até dezembro de 2003. Já o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA –, lançado pelo governo federal em 2003, ampliava os objetivos do PROEOLICA por meio do aumento da participação da energia elétrica produzida por Produtores Independentes Autônomos – PIA –, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa.

O PROINFA utilizou o mecanismo de incentivo do tipo *Feed-In*, estabelecendo valores específicos para a energia vendida por cada tipo de fonte, por 20 anos. O programa contratou 54 projetos, com uma potência de 1.422,99 MW. Destes projetos, 36 foram para a Região Nordeste – 56% –, sendo 14 no Ceará – 500,53 MW – e 03 no Rio Grande do Norte – 201,1 MW –, que receberam 87% da potência total dos projetos para o Nordeste.

Em seguida ao PROINFA, foi instituído um sistema de leilões para compra de energia elétrica no Ambiente Regulado. Com o modelo híbrido para o sistema elétrico iniciado em 2004, não só a contratação da energia já existente – hidrelétricas, termelétricas, nuclear –, mas também a expansão da oferta de energia, seja por formas já tradicionais ou pelas novas energias renováveis, se daria por leilões. As novas energias renováveis foram incluídas em leilões para contratação de energia nova. Ao todo, no período de 2009 a 2019 foram promovidos 21 leilões para contratação de usinas eólicas. Foram contratados 19.590 MW de potência de energia eólica, sendo 30,54% no estado da Bahia, 26,25% no Rio Grande do Norte, 12,16% no Piauí, 10,50% no Ceará e 9,24% no Rio Grande do Sul. Dessa forma, aproximadamente 80% da oferta contratada de energia eólica até 2019 estava concentrada em 04 estados do Nordeste brasileiro (ANEEL, 2020a).

Em junho de 2021, dos 19,1 GW instalados em energia eólica no território brasileiro, o Rio Grande do Norte, objeto central desta tese, abrigava a maior capacidade instalada no país, respondendo por 29,2% do total. A Bahia apresentava 27,6%, o Ceará 12,5%, o Piauí 12,3%, o Rio Grande do Sul 9,6%, Pernambuco 4,2%, o Maranhão 2,2%, Santa Catarina 1,2%, Paraíba 0,8%. Com esses números, o Nordeste responde por 89,0% do total nacional (ABEEÓLICA, 2021).

A expansão da energia eólica no Brasil atendeu a dois imperativos: uma resposta à crise na oferta de energia elétrica de 2001 diante da paralisia de investimentos privados, principalmente em geração termoelétrica a gás natural; e alinhamento a um movimento global de busca por alternativas à geração baseada em combustíveis fósseis, no qual a geração de energia a partir de novas fontes renováveis, como eólica, solar e outras, tenta se impor na ordem econômica.

Nesse contexto, o Rio Grande do Norte configura-se como um sítio que apresenta atrativas condições para exploração de energia eólica. Presentes em 20 municípios do estado, os parques eólicos já compõem suas paisagens, influenciando a vida dos seus moradores, as empresas ali instaladas e o poder público (ABEEOLICA, 2020; ONS, 2020).

Esse cenário, tanto global como regional, ora favorável à expansão da energia eólica, já dá sinais da existência de múltiplos interesses, nem sempre convergentes, de seus variados atores. Por outro lado, existe uma narrativa convergente, supostamente de consenso, quanto aos objetivos socioeconômicos e ambientais dessa tecnologia, que precisa ser investigada quanto a sua coerência.

A exploração de energia eólica é um sucesso. Em um período relativamente curto atingiu-se patamares inusitados de capacidade instalada e volume de investimentos. Constituiu-se, portanto, uma indústria com forte presença institucional nos principais países, influenciando fortemente a formação de políticas públicas favoráveis a sua expansão. Este êxito está amparado por uma massiva divulgação na mídia, expondo um circunstancial consenso da sociedade sobre a importância e oportunidade de sua expansão.

Dessa forma, a narrativa que dá suporte aos atrativos do mercado eólico aponta que as energias renováveis estão crescentemente gerando empregos. A International Renewable Energy Agency – IRENA – estimou para 2018 a cifra de 1,16 milhão de empregos em energia eólica no mundo, e 33,7 mil empregos no Brasil (IRENA, 2020). Adiciona-se a esse discurso a gradual e progressiva redução no custo dos equipamentos, consequentemente permitindo tornar a energia eólica mais competitiva, como de resto tem ocorrido com outras tecnologias renováveis (GWEC, 2017, 2018). Outros fatores presentes nesse discurso colaboram com a justificativa do avanço e atratividade da energia eólica, como: i) menores exigências de recursos naturais, com destaque para o uso de água; ii) reduzida contribuição à poluição do ar e, consequentemente, menor pressão nos sistemas de saúde; e iii) contribuição na redução de GEE[1] responsáveis pelas mudanças climáticas.

No Brasil também se observa um alinhamento com o discurso internacional referente à atratividade socioeconômica e ambiental das energias renováveis. Em seus relatórios, a Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEOLICA –, representante dos interesses da indústria eólica no Brasil, retrata a contribuição positiva da energia eólica em vários aspectos de ordem técnica e socioambientais do setor energético, tais como:

i) melhoria sistêmica do sistema elétrico nacional, reduzindo assim o risco de déficit na matriz elétrica;
ii) contribuição da fonte eólica na redução das emissões de CO_2;
iii) arrendamentos pagos aos proprietários das terras onde se localizam os parques eólicos;
iv) fixação do homem no campo por permitir a convivência da operação dos parque eólicos com outras atividades econômicas contíguas a estes; e

[1] GEE – Gases de efeito estufa.

v) projetos sociais nas comunidades residentes no entorno dos parques, como ações culturais em escolas, palestras sobre cuidados com a saúde, dentre outras ações (ABEEÓLICA, 2018, 2019a).

Assim, manifesta-se uma realidade bastante favorável para a expansão da energia eólica, que é reflexo de uma bem construída indústria de alcance global, suportada por uma narrativa positiva, fundamentada em argumentos complexos cujos resultados mostram-se de difícil mensuração. As ideias, os números do setor e as opiniões decorrentes ganham dimensão maior com a estrutura vigente de comunicação, divulgação e informação, chegando à sociedade na forma de uma ideia fechada em seus aspectos positivos, em que a margem de reflexão devida é restrita.

O discurso auspicioso referente à expansão da energia eólica encontra, no entanto, alguns obstáculos que a realidade concreta apresenta. Pelo porte de suas instalações, o sistema de produção de energia eólica requer serviços de engenharia pesada na fase de construção, e se impõe na paisagem das regiões, gerando diversos efeitos. Do ponto de vista ambiental, registra-se na literatura impactos de diversas ordens na fauna e flora, dentre os quais importa destacar a geração de ruídos e barreiras físicas. Do ponto de vista social, os parques eólicos estão muitas vezes localizados no entorno de comunidades de baixo Índice de Desenvolvimento Humano, interferindo em seu cotidiano, com potencial para gerar conflitos quanto à ocupação e trânsito nesses espaços, podendo resultar em impedimentos de acesso as suas fontes de sobrevivência e preservação, bem como à manifestação de suas culturas.

A narrativa que advoga a energia eólica como alternativa que venha a contribuir para minimizar os efeitos da crise ambiental e climática, e dar suporte a um novo paradigma de produção de energia elétrica, é fortemente veiculada por entidades governamentais, empresas, e organizações não governamentais – ONGs –, tendo a academia como suporte científico, e absorvida pela sociedade civil em geral. Tais referências, no contexto posto, permitem inferir que a adoção da tecnologia eletro-eólica se conforma como uma vantagem inconteste, uma vez que em termos ambientais baseia-se em fonte inesgotável, não produz resíduos, não emite gases poluentes e de efeito estufa. Sob o ponto de vista socioeconômico, a defesa é que a tecnologia incentiva o desenvolvimento tecnológico nacional, gera postos de trabalho, renda local e receitas à gestão pública. Dessa forma, promove o desenvolvimento regional. Isto posto, cumpre assim aferir a materialidade de tais assertivas frente à realidade local e regional, desafio que orientou esta tese.

Tomando como referência a contextualização feita e o problema formulado, considera-se que o processo de expansão da energia eólica no mundo, com destaque para o Brasil, permite ancorar o objeto desta pesquisa. A tese centra-se no pressuposto de que os benefícios socioeconômicos e ambientais, oriundos da chegada da indústria eólica, não se encontram extensivos ao conjunto da sociedade, e que eventuais impactos ambientais, decorrentes de sua implantação, podem comprometer a adoção dessa fonte de energia. Dessa forma, está orientada a afirmar ou rechaçar as seguintes hipóteses: i) os interesses dos distintos atores sociais, no que concerne às repercussões socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos, conformam-se em potenciais focos de conflitos frente às assimetrias na apropriação de seus benefícios; ii) no Rio Grande do Norte, a expansão da indústria eólica, ao contrário do proclamado na narrativa dominante, vem sendo materializada de forma tal que negligencia demandas socioeconômicas e ambientais advindas da gestão pública e sociedade civil.

Sendo assim, perquire-se na tese o caso do Rio Grande do Norte, a partir da realidade dos seus municípios que abrigam parques eólicos. Objetiva, portanto, avaliar como ocorre a repartição dos benefícios advindos da chegada da indústria eólica, por meio da análise de aspectos socioeconômicos como PIB, receita tributária e geração de empregos, bem como as apreensões de ordem ambiental e seus desdobramentos sociais.

Em seus objetivos específicos, a tese visa: i) avaliar a contribuição da indústria eólica na evolução do PIB per capita, bem como seu impacto na receita fiscal estadual e municipal nos municípios eólicos do Rio Grande do Norte; ii) investigar a perenidade e amplitude da geração de empregos decorrentes da chegada da indústria eólica, nos municípios que abrigam parques eólicos no Rio Grande do Norte; iii) analisar os determinantes ambientais e seus desdobramentos sociais, advindos da implantação de parques eólicos. Para tanto, por meio de estudo de caso, toma-se por base a realidade vivenciada no município de Galinhos, localizado na costa litorânea do Rio Grande do Norte.

Com o fito de alcançar os objetivos que estão propostos para a tese, esta pesquisa de natureza aplicada, conforme sugerem PRODANOV e FREITAS (2013), utiliza-se de mais de uma técnica de pesquisa, empregadas de acordo com o objetivo específico que esteja posto em tela. Inicialmente é desenvolvido um estudo bibliográfico e documental a partir de dados secundários disponíveis em relatórios e sistemas de consulta de organismos nacionais e internacionais, para caracterizar o mercado mundial de energia e

as características da indústria eólica, seus rebatimentos regionais, bem como as variáveis socioeconômicas atinentes ao Rio Grande do Norte.

Quanto à investigação relacionada aos impactos ambientais e seus desdobramentos sociais, fez-se pela estratégia de estudo de caso, na qual se procedeu a pesquisa bibliográfica, documental e de campo, conforme detalhado no Capítulo 4 desta tese. Tal estratégia amolda-se ao estudo, pois utiliza variadas técnicas de investigação, justificadas pela natureza e diversidade das informações envolvidas, e por se tratar de contexto atual e específico, no entanto conectado à realidade de outros parques eólicos instalados na região (YIN, 2015).

A comunidade de Galinhos foi selecionada para o estudo de caso por incorporar predicados como: i) localização em faixa litorânea sobre dunas – semelhantemente ao registrado em outras áreas que recebem parques eólicos –; ii) sediar ecossistema costeiro delicado; e iii) abrigar população oriunda de uma vila de pescadores artesanais, que transitou com seus descendentes para a atividade turística e reagiu à chegada do parque (ARAÚJO, 2012a; FARIAS, 2017).

A presente tese está estruturada por uma **Introdução** e quatro outros capítulos e as **Conclusões**, que se encerram com proposições de novos estudos relativos ao tema. O **Capítulo 1** embasa a discussão ao fazer um resgate histórico do uso da energia em suas diversas formas de aproveitamento até o advento da utilização de combustíveis fósseis, que deu suporte à Revolução Industrial. Em seguida, o capítulo discute a problemática ambiental como desdobramento do esgotamento do modelo de exploração de combustíveis fósseis. Finalmente, vem a lume a discussão referente às energias renováveis, energia eólica em particular, como alternativas de produção de energia limpa que tem potencial de proporcionar: i) redução na pressão sobre os recursos naturais não renováveis, em especial os combustíveis fósseis; ii) por consequência benefícios à saúde; iii) perspectiva de menores conflitos geopolíticos; iv) baixa emissão de carbono e contribuição para a mitigação de gases de efeito estufa.

O **Capítulo 2** discute o ambiente que propiciou o desenvolvimento da energia eólica no mundo e no Brasil. Analisa o mercado estabelecido e a cadeia produtiva que dá suporte à indústria eólica, mostrando a sua distribuição espacial, bem como as características de sua exploração no território nacional.

Já no **Capítulo 3** é abordada a inserção da energia eólica no Rio Grande do Norte. As condições favoráveis de ventos, que contribuíram para o desenvolvimento da indústria eólica em seu território, são confrontadas com as condições socioeconômicas vigentes no

estado, plenamente inserido na região do Semiárido do Nordeste brasileiro. Dessa forma, analisa-se o comportamento de variáveis socioeconômicas como PIB municipal, receitas fiscais e geração de empregos antes e depois da implantação dos parques eólicos no estado. Nestes termos, procura-se investigar em que medida a chegada da indústria eólica beneficiou a economia do estado.

À luz dos aspectos identificados e analisados no capítulo anterior, o **Capítulo 4** avalia as apreensões de ordem ambiental e seus desdobramentos sociais, no qual são investigadas, por meio de pesquisa de campo, as percepções da comunidade de Galinhos, uma vez que a instalação de parques eólicos em seu território ensejou movimentos de reação da comunidade à implantação destes.

CAPÍTULO 1 – ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

A emergência da crise ambiental adicionada aos potenciais efeitos negativos oriundos das mudanças climáticas conduzem o mundo, desde a última década do século passado, a mais uma transição energética. Esta, entendida como uma mudança na composição da estrutura da oferta primária total de energia, ou ainda mudança gradual de um padrão específico de provisão para um novo estado de um sistema energético (SMIL, 2010).

Como exemplos de transição energética ocorridos ao longo da história, pode-se relacionar: i) as mudanças ocorridas no mercado de biomassa; ii) as transformações viabilizadas pelo uso comercial do carvão mineral e a posterior entrada do petróleo no uso industrial e domiciliar; iii) o uso dos derivados do petróleo e do gás natural na geração de eletricidade, transporte, produção de calor e energia mecânica, dentre outras.

Na era pré-industrial, as mudanças na oferta primária de energia se deram de forma vagarosa, baseadas no uso da biomassa, com uso ineficiente principalmente para a produção de calor, e por meio de motores primários dominados pelo uso de músculos humanos e da força de animais. Já após a Revolução Industrial, com a crescente e intensa utilização do carvão e, posteriormente, do petróleo, rápidas mudanças ocorreram nas quais o desenvolvimento de tecnologias de geração elétrica, a adoção e ampla difusão de novos motores primários inanimados e novos padrões de uso final de energia foram aspectos marcantes. De forma geral, na era moderna é possível identificar duas transições energéticas fundamentais: a passagem do uso da biomassa para o de combustíveis fósseis, juntamente com o uso de motores primários animados para inanimados; e a emergência da eletricidade como forma de energia de maior qualidade, a partir de fins do século XIX (SMIL, 2010).

Estrutura-se, portanto, uma sociedade que nos últimos 250 anos experimenta uma contínua expansão em sua estrutura produtiva, na qual a energia utilizada para movimentar suas máquinas é predominantemente composta de combustíveis de origem fóssil. Além de ajudar na velocidade dessa expansão, à parte questões geopolíticas e de outras ordens, de tão intensa essa utilização, seus efeitos de ordem ambiental e climática vão sendo sentidos e causando apreensão quanto a sua sustentabilidade.

Há uma transição energética em curso que vem sendo levada a se efetivar em inédita velocidade, pressionada, de um lado, por demandas representadas pela exaustão de biomas e outras formas de degradação ambiental e, por outro, pela perspectiva de

mudanças climáticas de ordem global, provocadas por ação antropogênica, com desdobramentos imprevisíveis.

É nesse quadro que se insere a perspectiva da utilização das fontes renováveis de energia em substituição/complementação às de base fóssil. E em se tratando de uma economia mercantil, a troca de uma estrutura produtiva de dimensão global, capilarizada, com uma cadeia de suprimentos capaz de levar energia e seus conversores de uso final e tecnologias a eles associadas a praticamente todos os rincões terrestres, requer a montagem de uma estrutura de dimensões equivalente ou superior. Vale ressaltar ainda que

> as tecnologias dos novos conversores de energia não se desenvolvem, aprimoram-se e ampliam-se em uso e dependência de maneira imparcial. Elas trazem impressas em suas alternativas as escolhas sociopolíticas e econômicas e/ou as limitações de caráter natural às quais a sociedade era submetida, podendo tanto ser fruto dos tensionamentos sociais internos ao seu arranjo estatal quanto de pressões advindas do modelo internacional de circulação de mercadorias (SILVA, 2015, p.21).

Os mercados orientados à promoção e comercialização das energias renováveis são compostos por agentes que já atuavam no ramo dos combustíveis fósseis e por novos agentes que vão surgindo à medida que se consolida a transição, com o aparecimento de novos produtos, tecnologias e infraestruturas que lhe deem suporte. Constituídos, portanto, por grupos de interesse, como é natural em qualquer mercado, há que se construir também narrativas que justifiquem seu surgimento, interesse a sua expansão, tendo em vista a constituição de um ambiente favorável a sua aceitação. A transição energética voltada para a implantação de fontes de energia renováveis tem sido fortemente justificada por duas narrativas: i) relaciona-se aos episódios de degradação ambiental de amplo conhecimento, fruto de investigações acadêmicas e manifestações de organismos e conferências internacionais; ii) decorre de evidências científicas sobre o aumento continuado da temperatura média global da atmosfera, com previsão de efeitos catastróficos para o planeta.

Já para a adoção das energias renováveis, há uma narrativa centrada em pelo menos quatro aspectos, segundo os quais elas podem contribuir:

i) para o desenvolvimento socioeconômico, por poderem proporcionar reduções de custos em relação às fontes fósseis, especialmente em áreas rurais pobres sem acesso ao fornecimento de energia de forma centralizada, por poderem reduzir os custos de importação de energia com a adoção de

tecnologias domésticas baseadas em energias renováveis, e por poderem criar um impacto positivo na geração de empregos;

ii) para ajudar a acelerar o acesso à energia, em um mundo onde 1,4 bilhão de pessoas não têm acesso à eletricidade e 1,3 bilhão usam biomassa tradicional, principalmente para a cocção de alimentos, ou seja, cerca de 18% da população mantida à parte dos benefícios advindos da utilização de formas modernas de energia (PEREIRA et al., 2018);

iii) para uma oferta segura de energia;

iv) para obter outros importantes benefícios ambientais além da redução das emissões de gases de efeito estufa (IPCC, 2011).

A seguir serão discutidos alguns aspectos dessas narrativas, na tentativa de se identificar suas abrangências, possibilidades e limitações. Será discutida a situação atual do sistema energético global, sua relação com a economia e o desenvolvimento, e sua vinculação com o meio ambiente.

1.1 PANORAMA DA PRODUÇÃO E USO GLOBAL DA ENERGIA

Características ecológicas e tecnológicas das linhas energéticas representadas pelas fontes de energia, seus conversores e seus rendimentos, incluídas as estruturas sociais de apropriação e gestão dessas fontes e conversores, constituem o que HÉMERY *et al.* (1993, p. 21) denominam de sistema energético, para quem “a dinâmica desses sistemas obedece a uma racionalidade mais geral, aquela da formação social da qual fazem parte”. Portanto, para os autores, nos sistemas energéticos estão imbricados os aspectos tecnológicos referentes às diversas fontes de energia e os conflitos decorrentes do seu uso, da apropriação dos excedentes que proporcionam, do livre acesso às fontes, do domínio do espaço, do controle do trabalho, do domínio do tempo.

No conjunto de elementos representados pela oferta de energia e pelas tecnologias de uso final desta, os benefícios decorrentes desse uso são os serviços energéticos que, em residências, incluem iluminação, cozimento de alimentos, ajuste de temperatura em ambientes, refrigeração, transporte, dentre outros. Tais serviços são demandados em setores econômicos como indústria, comércio e agricultura. Serviços energéticos são resultado da combinação de várias tecnologias, infraestruturas, trabalhos, materiais e energia primária. Cada um desses elementos terá um grau de substituição com outros, e

deverá estar inserido em um determinado mercado, sendo, portanto, objeto de um preço de utilização que será função da configuração desse mercado e do grau de exclusividade desse elemento (UNDP, 2000).

A oferta total global de energia é aqui analisada considerando as diversas fontes de geração de energia. A demanda por energia é representada pelo consumo total final de energia, cujo foco se dará para os setores da indústria, residências e transporte. Em seguida, se analisa a inserção das energias renováveis no contexto da produção e do consumo de energia. Consideram-se fontes de energia: carvão, petróleo e gás natural como fósseis; energia nuclear; e as fontes renováveis, sejam as convencionais, como a geração hidrelétrica e os biocombustíveis, sejam as novas energias renováveis, principalmente solar fotovoltaica e eólica, além da energia moderna de biomassa, calor geotérmico e pequenas hidrelétricas (GOLDEMBERG, 2012, p. 67).

O período pós década de 1990 é marcado pela emergência de amplos movimentos globais de preocupações relativas, inicialmente, às questões ambientais – derivados do movimento ambientalista dos anos 1970 –, e depois somadas àquelas relacionadas às mudanças climáticas. Nesse contexto, a energia ganha relevância em virtude de se identificar, no setor energético, um vetor que, por um lado, contribui para a ocorrência de impactos ambientais de monta e, ao mesmo tempo, oferece alternativas tecnológicas que têm potencial de contribuir para reverter ou mitigar os efeitos, já visíveis na degradação da biota e os decorrentes do aumento da concentração dos GEE na atmosfera, advindos das atividades humanas (IPCC, 2007). Assim, ganha vulto a ideia de se propor uma transição energética calcada na adoção maciça de fontes renováveis de energia que substituam as fontes baseadas em combustíveis fósseis, com vistas a se reduzir as taxas de emissão de GEE, principalmente CO_2 e CH_4. Tais fontes, embora também promovam impactos ambientais, consideráveis em várias situações, são avaliadas como amigáveis ambientalmente, devido a seus menores efeitos negativos sobre o ambiente natural.

Há que se considerar que existe uma grande estrutura produtiva que dá suporte ao fornecimento de energia, com ampla cadeia de valor para o fornecimento de seus insumos e distribuição de seus produtos. Para os combustíveis fósseis há um mercado globalmente constituído e consolidado, com capilaridade suficiente para que sua expansão, ou contração, caminhem *pari passu* com o desenrolar da economia.

A análise de uma transição energética com a magnitude hoje pretendida, com ambição de zerar a emissão de GEE até o ano de 2070, na tentativa de limitar o aumento do aquecimento global em 1,5 ^{o}C, deve mirar não só os efeitos físicos de possíveis

mitigações de aspectos negativos no clima, mas também as implicações desta empreitada no ambiente econômico. Trata-se, portanto, de desmontar um gigantesco mercado global de combustíveis para dar suporte a um novo mercado, não necessariamente com as mesmas especificidades.

No período de 1990 a 2017, conforme pode ser observado na Tabela 1, o mundo ampliou em 60% sua oferta de energia primária. No mesmo período, a produção de combustíveis fósseis manteve sua participação em 81% da oferta global de energia. Dentre os combustíveis fósseis, a oferta de carvão e gás natural cresceu 71% e 87%, respectivamente, e o petróleo 38%. Em termos de participação, o petróleo apresentou um recuo no período, indo de 37% para 32%, enquanto o carvão cresceu de 25% para 27%, e o gás natural de 19% para 22%. A fonte de energia nuclear praticamente manteve sua participação de 5%, apesar de ter crescido em 31% no período (IEA, 2020).

Tabela 1 Evolução da oferta global total de energia no período de 1990 a 2017, por tipo de fonte, em Mtoe.

Fonte	**1990**		**2017**		**Δ (%)**
	Oferta (Mtoe)	**Partic. (%)**	**Oferta (Mtoe)**	**Partic. (%)**	
Fóssil	7.117	81%	11.346	81%	59%
Nuclear	526	6%	687	5%	31%
Renováveis convencionais	1.086	12%	1.680	12%	55%
Novas renováveis	37	0%	258	2%	601%
Total	**8.766**	**100%**	**13.972**	**100%**	**59%**

Fonte: elaboração própria com base em IEA (2020).

As fontes de energia renováveis convencionais, aqui representadas pelas hidrelétricas e biocombustíveis e resíduos, tiveram um crescimento de 55% no período de 1990 a 2017, e mantiveram uma participação de 12% no total global. Registre-se que a produção de biocombustíveis cresceu 47%, e a proveniente de hidrelétricas 91%. Já as novas renováveis, aqui compreendidas pelas fontes eólica e solar, tiveram crescimento impressionante de 601%. No entanto, apesar de todo o esforço em desenvolvê-las e do caminho percorrido, representam apenas 2% da oferta total de energia. A Figura 1 é uma representação gráfica dos dados apresentados na Tabela 1, desagregados por fonte, mostrando a evolução contínua da participação de cada fonte na oferta primária de energia global para o período. A Figura 1 mostra também um corte de tempo para os anos de 1990 e 2017, identificando a participação de cada fonte no ano em questão. A figura permite confirmar a relativa estabilidade da participação das fontes, de característica fortemente fóssil, e a incipiente importância de fontes renováveis na matriz energética global.

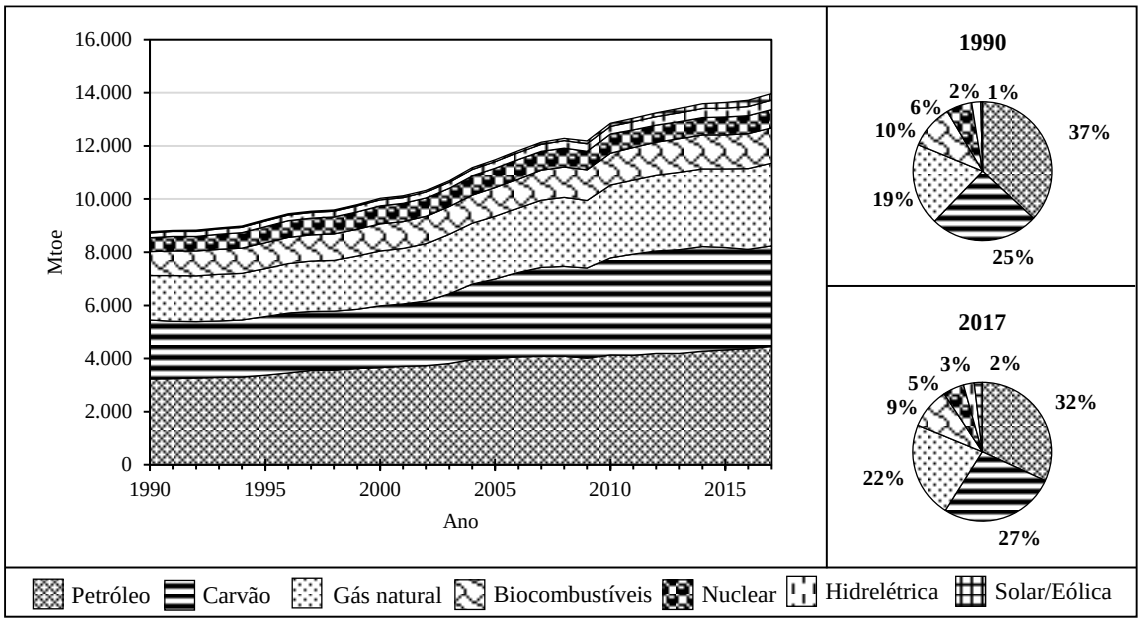


Figura 1 Oferta primária global de energia por fonte, no período de 1990 a 2017, em Mtoe.
Fonte: elaboração própria a partir de IEA (2020) e UN (2018).

Em uma perspectiva regional, a oferta mundial de energia primária, mantendo-se a classificação das fontes de energia como fósseis, nuclear, renováveis convencionais e novas renováveis, apresentou no período pós-década de 1990 seis países como sendo os principais ofertantes de energia primária: China; Estados Unidos; Índia; Rússia; Japão e Alemanha. Para 2017, completam a lista dos dez maiores ofertantes Brasil, Canadá, Coreia do Sul e Irã.

A Figura 2 mostra a distribuição regional da oferta primária de energia em Mtoe. Nela nota-se que a Europa é a única região onde houve decréscimo no volume de energia ofertada no período em exame. Para os combustíveis fósseis, a América Latina e a Europa são as únicas regiões com participação desta fonte em valores inferiores a 80% no total, esta última registrando uma redução de 22% de fósseis no período. A energia nuclear continua com participação relevante de 12% e 10%, respectivamente na Europa e nos Estados Unidos. As fontes de energia renováveis convencionais têm a África e a América Latina como regiões de maior representatividade na oferta primária total de energia, respectivamente com 43% e 30%. Já as novas energias renováveis, lideradas pelas fontes solar e eólica, tiveram crescimento notável no período de 1990 a 2017, em praticamente todas as regiões, apesar da ainda baixa participação nos totais globais (IEA, 2020; UN, 2018).

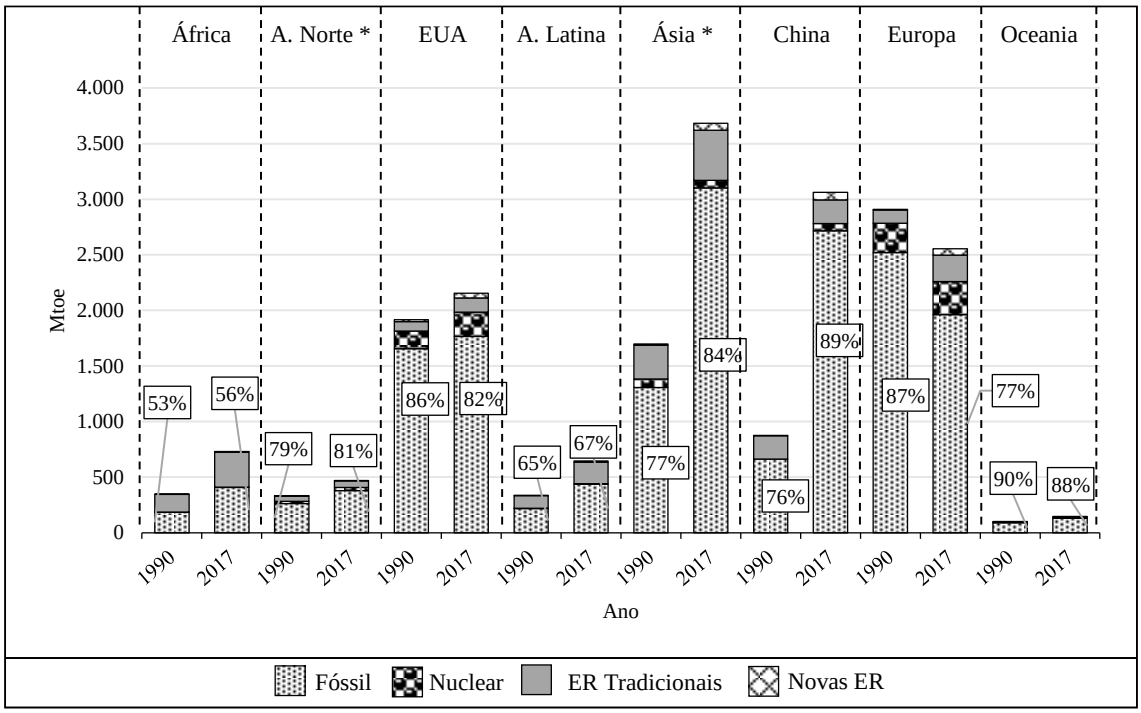


Figura 2 Distribuição regional da oferta primária global de energia por fonte, nos anos de 1990 e 2017, em Mtoe. A. Norte * exclui os EUA, e Ásia * exclui a China.
Fonte: elaboração própria a partir de IEA (2020).

A demanda por energia pode ser analisada a partir do consumo energético final, presente nos balanços energéticos. Como ilustração, aqui destacam-se, em termos globais, os setores industrial, residencial e de transporte que, juntos, correspondem a cerca de 80% da demanda total de energia. Considerando-se o período entre os anos de 1990 e 2017, o consumo energético total da indústria cresceu 50%, o residencial 33% e o transporte 80%. O consumo de carvão cresceu 80% na indústria, reduziu-se à metade nas residências e foi praticamente eliminado no transporte. O petróleo praticamente manteve em 2017 os níveis de 1990 na indústria e nas residências, e cresceu 75% no transporte. O consumo de gás natural cresceu nos três setores, sendo 60% na indústria e residências e 87% no transporte. O consumo de biocombustíveis dobrou na indústria, estagnou nas residências e cresceu vertiginosamente no setor de transporte. Já o consumo de eletricidade dobrou na indústria, mais que dobrou nas residências e cresceu a metade no transporte para o período. A Figura 3 ilustra a evolução do consumo energético final para os três setores analisados, considerando as fontes citadas, para o período.

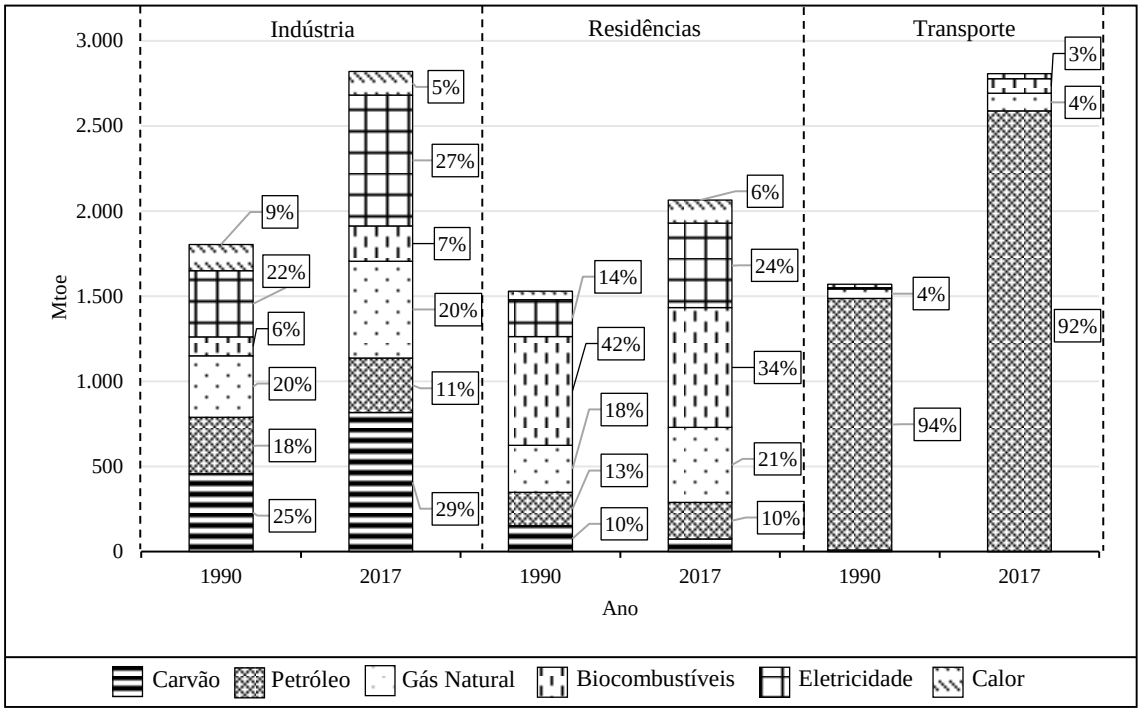


Figura 3 Consumo final global de energia por fonte para os setores industrial, residencial e de transporte, nos anos de 1990 e 2017, em Mtoe.
Fonte: elaboração própria a partir de IEA (2020).

Em termos de participação das fontes no total de consumo de energia, destaca-se que para a indústria em 2017, o uso do carvão alcançou 29% do total, seguido pelo da eletricidade com 27%. Os biocombustíveis apresentam maior participação nas residências, correspondendo a 34% do total em 2017. Já a eletricidade é a segunda fonte em utilização nas residências, respondendo por 24% em 2017. E no caso do setor de transporte, a utilização de derivados do petróleo é amplamente majoritária, com mais de 90% do total. Quanto à utilização de energias renováveis pela ótica da demanda, o maior percentual encontra-se nas residências, com 34% em 2017, ligado à preparação de alimentos em condições precárias (IEA, 2010; 2020).

A eletricidade é a fonte secundária de energia considerada como objeto principal da atual transição energética em curso. Apresenta benefícios econômicos superiores a qualquer outra fonte de geração, e atributos tais como: i) eficiência de conversão final superior; ii) incomparável produtividade; iii) inigualável flexibilidade; iv) ampla gama de utilizações; v) controle preciso; vi) escalabilidade; vii) sem ruídos; e viii) limpa no ponto final de conversão. Essas vantagens se reforçam quando a origem do processo de geração é feita a partir de fontes renováveis. (SMIL, 2010, p. 39).

A geração global de eletricidade atingiu 25.606 TWh no ano de 2017, cifra 116% maior do que em 1990. Os combustíveis fósseis ainda superam 60% como insumo à

geração termelétrica global, onde o carvão permanecia com 38% do total em 2017. A China é responsável por 68% da geração elétrica a carvão no mundo. A geração termelétrica baseada no uso direto do petróleo tem sido bastante reduzida desde 1990, correspondendo a 3% do total em 2017, e o gás natural a 23% ao fim deste mesmo ano. Já a geração de eletricidade em bases renováveis atingiu 24%, sendo 5% referentes às novas fontes renováveis: solar e eólica (IEA, 2020). A Figura 4 ilustra a situação descrita.

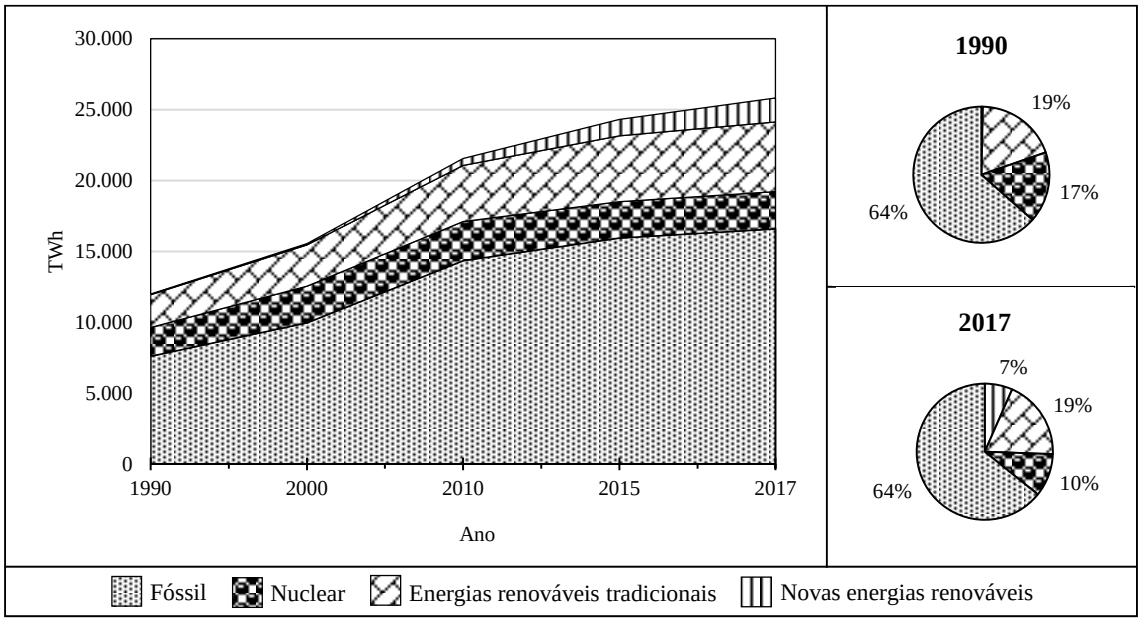


Figura 4 Geração global de eletricidade por característica da fonte, no período de 1990 a 2017, em TWh.
Fonte: elaboração própria a partir de IEA (2020).

Na dimensão regional, cerca de 42% da geração elétrica concentrava-se nos Estados Unidos e na China. A China, como visto em vários outros aspectos do seu desenvolvimento, experimentou crescimento vertiginoso em sua planta de geração elétrica, passando de 5% de participação na geração total global em 1990 para 24% em 2017. Neste mesmo período, a Europa praticamente manteve seu nível de geração de eletricidade, reduzindo sua participação de 38% para 20% (IEA,2020).

No período de 1990 a 2017, as energias renováveis tiveram um crescimento de 117%, em linha com o crescimento global geral da produção elétrica. Em 2017 as energias renováveis perfaziam 24% da geração de eletricidade no mundo, ou 6.191 TWh. A Tabela 2 mostra as participações das principais fontes de energias renováveis utilizadas na geração de eletricidade, além da evolução percentual no período para cada fonte. As fontes convencionais como a hidrelétrica e os biocombustíveis tiveram crescimento na geração elétrica no período de 1990 a 2017, respectivamente, de 53% e 248%. Já as novas fontes de energia renováveis, aqui representadas pelas fontes solar e eólica, tiveram

vertiginoso crescimento no período, já perfazendo ambas um quarto da geração elétrica em 2017.

Tabela 2 Geração total global de eletricidade por tecnologias de energias renováveis (TWh).

	2000		2017		Δ (%)
Tecnologia	**Geração (TWh)**	**Participação (%)**	**Geração (TWh)**	**Partic. (%)**	
Biocombustíveis	142,2	5%	495,4	8%	248%
Hidrelétrica	2.709,3	95%	4.158,2	67%	53%
Solar	1,3	0%	437,3	7%	33.538%
Eólica	30,9	1%	1.134,5	18%	3.572%
Marinha	0,5	0%	1,0	0%	100%
Total	**2.850,6**	**100%**	**6.190,9**	**100%**	**117%**

Fonte: Elaboração do autor (IRENA, 2020a).

A evolução contínua da participação de cada fonte na geração global de eletricidade para o período pós anos 1990 é mostrada na Figura 5. Nela se visualiza o corte de tempo para os anos de 1990 e 2017, identificando-se a participação percentual de cada fonte no ano em questão. Diferentemente da situação da oferta global de energia primária, onde há uma relativa estabilidade e grande intensidade na utilização de combustíveis fósseis, para a energia secundária na forma de eletricidade há uma forte modificação na distribuição da geração por fonte renovável. Este aspecto reforça a percepção de ser a expansão da eletricidade em escala global – movida a partir de fontes de energia renováveis –, a tendência da transição em curso. Se em 1990 praticamente toda a geração de eletricidade por fonte renovável provinha de hidrelétrica, em 2017 esta fonte ainda guarda forte participação, 67%, mas já se verifica importante presença das fontes eólica e solar fotovoltaica na matriz elétrica global.

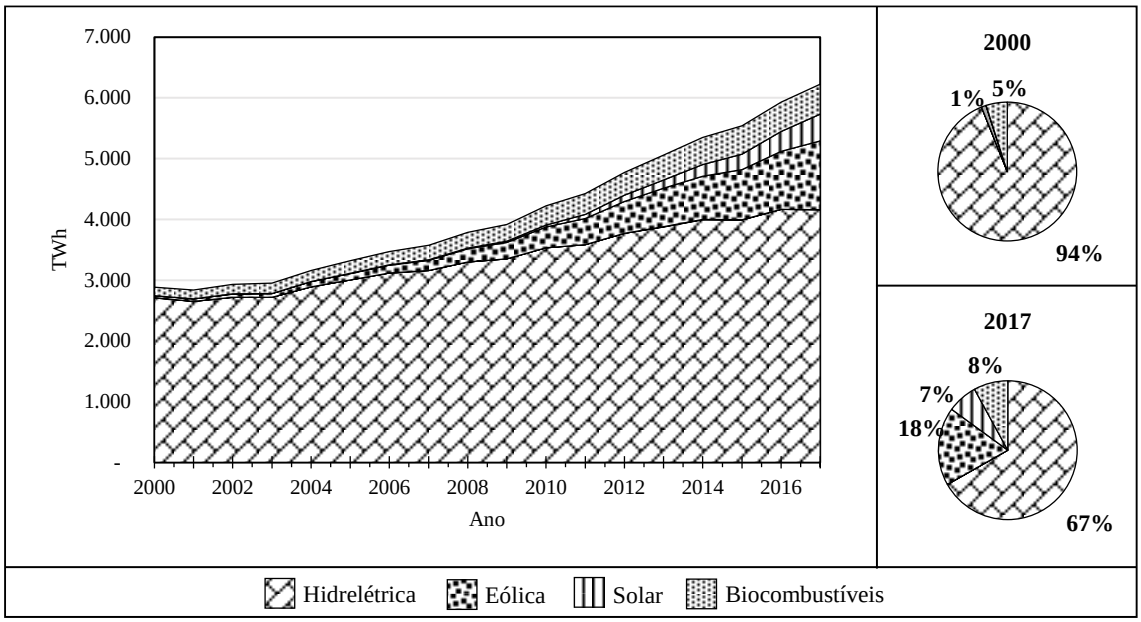


Figura 5 Geração global de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, no período de 1990 a 2017, em TWh.
Fonte: elaboração própria a partir de IRENA (2020a).

As fontes renováveis de energia apresentam um gigantesco potencial teórico de cerca de 5 milhões de EJ/ano[2], valor próximo de 8.000 vezes a oferta primária global de energia em 2017 – de 585 EJ –, incluídas as fontes de origem fóssil (GOLDEMBERG, 2012; IEA, 2020). Considerando o ano de 2017, a oferta de energias renováveis foi de aproximadamente 70 EJ, a maior parte proveniente de biocombustíveis. Há, portanto, um horizonte de expansão a ser explorado, a depender da capacidade tecnológica de se obter conversões com aceitáveis níveis de eficiência, e que sejam economicamente viáveis. A Tabela 3 apresenta uma relação de fontes de energia renováveis e seus respectivos potenciais teórico e técnico, e produção atual em EJ por ano.

Tabela 3 Potenciais teórico, técnico e produção global por fontes de energias renováveis (EJ/ano).

Fonte	Potencial teórico (EJ/ano)	Potencial técnico (EJ/ano)	Produção em 2017 (EJ/ano)
Solar	3.900.000	62.000 – 280.000	1,6
Eólica	110.000	1.250 – 2.250	4,1
Hidrelétrica	160	53 – 57	15
Biocombustíveis	1.330	160 – 270	55
Geotérmica	1.500	810 – 1.545	3,6
Oceânica	1.000.000	3.200 – 10.500	0,01

Fonte: Elaboração própria a partir de GOLDEMBERG (2012).

[2] EJ : exajoules, 1 EJ = 10^{18} J. 1 EJ = 23,885 Mtoe.

Com os dados apresentados, percebe-se que as fontes de energia hidrelétrica e de biocombustíveis são as que apresentam menores possibilidades de expansão em relação aos seus potenciais técnicos de exploração, em torno de 33%. Quanto às fontes solar, eólica, geotérmica e oceânica, seus níveis de produção ainda estão muito aquém do que se pode extrair em termos de energia, a depender de viabilidades técnicas e econômicas, e de condicionantes socioambientais.

Em termos regionais, as denominadas novas energias renováveis, fontes solar fotovoltaica e eólica, tiveram grande crescimento neste século. A fonte eólica em 2000 gerou 30,92 TWh globais, sendo os Estados Unidos e a Alemanha, juntos, responsáveis pela metade desse valor ofertado. Com a evolução ocorrida no mercado da energia eólica, em 2017 gerou-se 1.134,5 TWh, tendo a China e os Estados Unidos correspondendo, respectivamente, a 27% e 23% da produção total, seguidos de Alemanha e Reino Unido. Os demais países perfazem 37%.

Projeções elaboradas pela Agência Internacional de Energia – IEA – mostram que a demanda global por energia deverá crescer em torno de 1,3% ao ano até 2040. Caso não sejam postas em prática mudanças nas políticas quanto à utilização de combustíveis fósseis, neste cenário, é previsto que não se altere a rota de aumento de emissões de GEE, devido à oferta e uso planetários de energia, o que deverá acarretar tensões nos aspectos ligados à segurança energética (IEA, 2019).

O acesso às ditas modernas formas de energia em uma sociedade está relacionado a patamares mais elevados de bem-estar, quando se compara com situações em que o acesso é precário ou inexistente. PEREIRA *et al.* (2018) evidenciam que o uso de combustíveis fósseis contribuiu decisivamente para o progresso alcançado até aqui, do salto de produtividade na indústria e agricultura à mecanização e substituição da força de trabalho. Como resultado, observou-se intensa urbanização e esvaziamento do campo, posterior migração de trabalhadores para o setor de serviços e incremento das trocas comerciais, numa crescente integração global. Ganhos pessoais e coletivos, mesmo que não vindos de forma equitativa, puderam ser observados, tais como: i) redução e realocação do trabalho extenuante; ii) aumento da longevidade e expectativa de vida; iii) melhoria na educação; iv) aumento na renda; e v) expansão das liberdades individuais. No entanto, estudos mostram cerca de 1,4 bilhão de pessoas no mundo – 20% da população – sem acesso à eletricidade e por volta de 2,7 bilhão de pessoas que utilizam formas tradicionais de biomassa para cocção. Ademais, esse quadro não deve apresentar melhoras significativas, pelo menos até 2030 (IEA, 2010).

O consumo da energia per capita é um indicador de desenvolvimento de uma sociedade. Conforme mostra GOLDEMBERG (1998), em países da América Latina, Ásia e África, que concentram cerca de 70% da população mundial, a expectativa de vida é 30% menor do que nas regiões mais desenvolvidas, a mortalidade infantil é superior a 60 por 1000 nascimentos, a taxa de analfabetismo é maior do que 20% e o número de filhos por família é mais que dois. Fazendo uma associação do desenvolvimento com o consumo de energia per capita, o autor infere que nos países pobres o índice é menor do que 1 toe/habitante[3], enquanto nos países desenvolvidos é maior que 2 toe/habitante. Nesse ambiente, identifica que um consumo de energia per capita de 1 toe/habitante se conforma como uma barreira no alcance do desenvolvimento (GOLDEMBERG, 1998).

Indicadores que desvelam relações entre energia e economia podem ser visualizados na Tabela 4. No que concerne à população, em 2015, 17% da população mundial pertence aos países denominados industrializados, pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE –, praticamente o mesmo percentual da população da África, de 19%. China e Índia congregam cerca de 1/3 da população mundial. América Latina e Caribe apresentaram 7%. Tomando-se o período de 1990 a 2015*, verifica-se que os países da OCDE no seu conjunto aumentaram a população em cerca de 20%, a União Europeia em 7%, e os Estados Unidos 28%, proporção próxima da China, com 21%. A América Latina e o Caribe aumentaram em 41%, a Índia cresceu 50%, e os países da África no conjunto praticamente dobraram a população no período.

[3] toe: tonelada equivalente de petróleo. 1 toe = 41,87 GJ.

Tabela 4 Indicadores socioeconômicos, climático e energéticos, por regiões e países selecionados.

Indicador	População		PIB per capita		Emissão de CO_2		Consumo de energia per capita		Consumo de eletricidade per capita	
Ano	1990	2015	1990	2015	1990	2015	1990	2015	1990	2015
África 1	630,5	1.192,7	3,4	4,5	674,4	1.345,3	0,5	0,5	453,6	585,2
África 2	115,0	210,8	1,2	1,8	15,0	39,5	0,3	0,3	48,9	80,4
AL e Caribe*	346,4	487,4	9,1	13,5	645,5	1.268,6	0,7	1,0	1.208,3	2.112,7
China	1.135,2	1.371,2	1,5	13,3	2.390,9	10.623,7	0,6	1,4	510,6	4.046,2
Índia	870,1	1.309,1	1,7	5,6	600,9	2.232,1	0,3	0,4	273,0	865,7
U. Europeia	478,0	509,7	24,3	34,9	4.399,5	3.429,8	2,4	2,2	5.156,4	5.986,0
OCDE	1.076,7	1.280,2	26,2	37,7	11.951,9	12.346,8	2,9	2,8	6.646,0	8.025,4
EUA	250,2	321,3	36,0	52,0	5.087,2	5.088,7	5,2	4,7	11.687,2	12.848,5
Mundo	5.285,8	7.347,4	8,7	14,4	22.603,1	35.860,3	1,19	1,28	2.062,3	3.058,3

Legenda: População em milhões de habitantes; PIB per capita em mil USD, preços de 2010 PPP; Emissão de CO_2 em Mt de CO_2 equivalentes; Consumo de energia per capita em toe/população; Consumo de eletricidade per capita em kWh/população; África 1 é composta por países africanos, exceto África 2 – Botsuana; Burquina Faso; Burundi; Cabo Verde; Rep. C. Africana; Chade; Djibouti; Guiné Equatorial; Essuatíni; Gâmbia; Guiné; Guiné-Bissau; Lesoto; Libéria; Madagascar; Malawi; Mali; Mauritânia; Namíbia; Niger; Reunião; Ruanda; São Tomé e Príncipe; Seicheles; Serra Leoa; Somália; Uganda –. AL e Caribe *: países da América Latina exceto Chile, México e parte do Caribe.

Fonte: Elaboração própria, com base em IEA (2020).

Observando-se a renda per capita de regiões e países, percebe-se a disparidade existente no montante de consumo e na apropriação do excedente econômico. Tomando-se por base os dados de 2015, verifica-se que na América Latina e Caribe e na China os valores de renda per capita estão em linha com a média mundial, e que os países da OCDE apresentam este parâmetro cerca de duas vezes e meia maior, os Estados Unidos três vezes e meia a média global. Comparando esses valores com a renda per capita dos países da África, a disparidade chega a 8 vezes para o primeiro grupo mostrado na Tabela 4, e vinte vezes para o segundo grupo. No caso da Índia, chega a sete vezes, mesmo considerando que este país vem obtendo crescentes incrementos no seu produto interno bruto.

Assim, temos um mundo com mais de 7 bilhões de habitantes, onde cerca de 1/3 deles se concentram em dois países: China e Índia. Estes países vêm promovendo políticas intensivas de crescimento econômico no sentido de elevar o padrão de vida de suas populações, em que a China vem obtendo melhor resultado que a Índia. Cerca de 20% da população mundial, residente na África, possui renda muito inferior à dos países desenvolvidos, fato que se reflete no seu padrão de bem-estar. Os dados de renda per capita dos países da OCDE, capitaneados pelos Estados Unidos, mostram que há um difícil caminho a ser trilhado pelos países das demais regiões com vistas a atingirem seus níveis de renda e bem-estar.

1.2 A CONSTITUIÇÃO DE UM MOVIMENTO GLOBAL PELO MEIO AMBIENTE

Ao longo da história, a utilização de recursos naturais para satisfazer as necessidades humanas tem sido uma constante. Seja para alimentação, transporte ou obtenção de energia, a humanidade sempre teve as florestas, rios, lagos, minas etc. como disponíveis para utilização, cujo ritmo de exploração acompanhou o passo de cada ocasião. Em muitos momentos a extração de recursos alcançou o limite disponível para tal, chegando-se mesmo a interromper a exploração pelo seu esgotamento. No entanto, a imensidão terrestre sempre se apresentou como um horizonte possível para se lançar mão da natureza como insumo na produção.

As preocupações com a degradação do meio ambiente, no sentido de se ter ações organizadas e amplas, começaram pelas inquietações para a proteção da vida selvagem, ao longo do século XIX. Na Grã-Bretanha,

> o domínio sobre o meio ambiente era visto como essencial para o progresso e para a sobrevivência da raça humana. Mas uma 'consciência biocêntrica' emergiu gradualmente, reforçando o restabelecimento do sentido de interrelação entre o homem e a natureza, e a aceitação de uma responsabilidade moral relacionada à proteção da natureza contra os abusos (MCCORMICK, 1992, p. 22).

Ali, na segunda metade do século XIX, já havia vários grupos ambientalistas envolvidos no estudo de história natural e na proteção contra maus-tratos aos animais selvagens e domésticos. Essas preocupações se estenderam às regiões colonizadas pela Grã-Bretanha como Índia, Estados Unidos, África do Sul e Austrália. Na primeira metade do século XX, as iniciativas para se criar organizações internacionais de proteção da natureza tiveram pouco êxito, devido à influência das guerras no período, apesar do interesse em se criar parques nacionais de conservação. Até a década de 1960 houve tentativas de estruturação de um movimento ambiental envolvendo governos. Algumas dessas iniciativas foram: i) o International Union for the Protection of Nature – IUPN –; ii) a United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources – UNSCCUR –; iii) a Conferência da Biosfera; e iv) a United Nations Conference on the Human Environment, em 1972 na cidade de Estocolmo, considerada um marco fundamental do crescimento do ambientalismo internacional (MCCORMICK, 1992).

O IUPN era uma entidade híbrida, integrada por órgãos governamentais e não governamentais, com o objetivo de facilitar a cooperação entre governos e organizações nacionais e internacionais preocupadas com a proteção da natureza. A UNSCCUR é

considerada um marco no movimento ambientalista internacional; visava a adequação dos recursos naturais para atender a exigências crescentes, chamando o conhecimento científico para descobrir novos recursos e ajudar a compreender melhor os que estavam em uso. A Conferência da Biosfera, ocorrida na cidade de Paris em 1968, deu continuidade à cooperação internacional em pesquisa ecológica, iniciada na UNSCCUR, e elaborou uma lista de vinte recomendações, baseadas nas seguintes necessidades: i) mais e melhores pesquisas sobre ecossistemas, ecologia humana, poluição e recursos genéticos e naturais; ii) novos enfoques para a educação ambiental; iii) levar em consideração os impactos ambientais dos projetos de desenvolvimento de grande escala.

Muitos debates ocorreram entre estudiosos envolvidos na causa do meio ambiente. MCCORMICK (1992) identifica que, anteriormente aos anos 1950, os debates giravam em torno das posições de grupos preservacionistas, que buscavam resguardar as áreas virgens de qualquer uso que não fosse recreativo ou educacional, e grupos conservacionistas, que buscavam explorar os recursos naturais, mas de modo racional e sustentável. Após os anos 1950 surge uma tendência mais dinâmica e sensível, com base social mais ampla, que MCCORMICK (1992) denomina "novo ambientalismo", e se diferenciava dos movimentos anteriores por centrar-se na humanidade e em seus ambientes, preocupando-se com a sobrevivência humana, numa concepção mais ampla do lugar ocupado pelo homem na biosfera, além de um caráter ativista e político. Essas caraterísticas, que foram sendo paulatinamente construídas, foram responsáveis pelo caráter de movimento político de massa adquirido pelo ambientalismo, principalmente após a Conferência de Estocolmo, em 1972.

Um resultado importante desta foi a ênfase sobre o caráter interrelacionado do meio ambiente, e que a deterioração deste era decorrente do crescimento populacional, urbanização e industrialização rápidos. Mencione-se também que vários estudos e publicações relacionados à questão ambiental surgiram no período, muitos em tom apocalíptico, onde os mais marcantes foram "Silent spring" de Rachel Carson em 1962, e, principalmente, o relatório "The Limits to Growth", publicado em 1972 (MEADOWS *et al.*, 1972). Baseado em modelo computacional de dinâmica de sistemas, este estudo identificou cinco fatores limitadores do crescimento: população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição. Suas conclusões: i) mantidas as tendências dos fatores mencionados, os limites do planeta seriam atingidos em cem anos; ii) era possível reverter essas tendências em uma perspectiva sustentável para o futuro; iii) quanto mais se buscasse reverter as tendências, maiores as chances de sucesso. Apesar

das inúmeras críticas que recebeu, sob acusações de alarmismo, o relatório apontou as questões cruciais que orientaram a opinião pública global quanto aos cenários ambientais futuros, além de fomentar as discussões travadas na Conferência de Estocolmo (MCCORMICK, 1992).

Marcada pela retórica e dissenso entre dois grupos de concepções antagônicas, um representando os países centrais com a proposta de "crescimento zero", outro os países periféricos apontando a necessidade do crescimento e prioridade para o progresso econômico, a Conferência de Estocolmo teve a participação de 113 países, 19 órgãos intergovernamentais e 400 organizações intergovernamentais e não governamentais (OLIVEIRA, 2011, p. 14). A Conferência foi vista como uma confirmação oficial da ONU de preocupação com os problemas ambientais anteriormente levantados pelos grupos ambientalistas, principalmente nos anos 1960 e que deveriam merecer a atenção dos governos. Também foi reflexo do caldo de cultura de uma época, marcada pela corrida nuclear da Guerra Fria, envolvimento dos Estados Unidos na Guerra do Vietnã, movimentos de libertação do colonialismo e afirmação dos países do Terceiro Mundo, além da agitação da juventude com a contracultura e os movimentos de 1968.

Um avanço importante da Conferência de Estocolmo foi a percepção da posição dos países menos desenvolvidos, o que obrigaria todos a verem os problemas ambientais em perspectiva global. Como legado, essa conferência deixou quatro resultados importantes: i) o progresso de metas limitadas de proteção da natureza e conservação dos recursos para a visão mais abrangente da má utilização da biosfera pelos humanos; ii) forçou compromisso entre as diferentes percepções sobre o meio ambiente defendidas pelos países mais desenvolvidos e os menos desenvolvidos; iii) apontou para o novo papel das Organizações Não Governamentais – ONGs – no trabalho com governos e outros organismos; iv) a criação do United Nations Environment Program – UNEP – (MCCORMICK, 1992).

Após a Conferência de Estocolmo, que internacionalizou a preocupação com os problemas ambientais, percebeu-se que pontos importantes como a poluição marinha, a caça às baleias, a poluição pesqueira, a desertificação, a poluição ácida, a destruição da camada de ozônio e o aumento nas concentrações de CO_2 na atmosfera não tinham como ser resolvidos por iniciativas isoladas de governos. Desde então, diversos acordos multilaterais liderados pela UNEP foram postos em vigor, destacando-se: i) Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies em Extinção da Fauna e Flora Selvagem – CITES –, posta em vigor em 1975; ii) Convenção das *Wetlands*, posta em vigor em 1975;

iii) Convenção sobre Conservação de Espécies Migratórias, posta em vigor em 1983; iv) Convenção sobre Poluição do Ar Transfronteiras de Longo Alcance – LRTAP –, posta em vigor em 1983; v) Convenção Global sobre Proteção da Camada de Ozônio, posta em vigor em 1990, congelando níveis de consumo dos tipos mais comuns de clorofluorcarbonetos – CFCs – de 1986, reduzindo-os a 50% em 2000.

Em 1979, a World Meteorological Organization – WMO –, a UNEP, e a Food and Agriculture Organization – FAO – lançaram o Programa Mundial do Clima, em um ambiente no qual já havia suspeitas da ocorrência de mudanças no clima global, a partir do monitoramento da concentração de CO_2 e outros contaminantes em precipitação. Em 1986, modelos computacionais já previram o aumento de 3,5 ºC a 4,2 ºC na metade do século XXI e o aumento do nível do mar de 20 a 40 cm, nesse mesmo horizonte. Naquele momento, em ação conjunta da WMO e UNEP, foi criado o Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC –, encarregado de avaliar as informações científicas sobre mudança climática, incluindo a evolução das consequências geográficas e socioeconômicas (CALDWELL, 1996, cap. 9).

No ano de 1987 foi publicado o relatório final da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, iniciada em 1984 e liderada por Gro Harlem Brundtland (WCED, 1987). O relatório Brundtland, com o título “Our Common Future”, cunhou o conceito de desenvolvimento sustentável, concentrando-se na possibilidade de a indústria moderna estar esgotando seus insumos numa velocidade alarmante, que não poderia ser mantida por muito tempo sem a ocorrência de grandes mudanças. O relatório Brundtland definiu desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem as suas necessidades (GIDDENS, 2010). Essa conceituação serviu de base para as discussões que ocorreram na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente – UNCED – Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro em 1992.

A Conferência Rio 92 produziu três documentos principais: i) a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, composta por vinte e sete princípios para governar os direitos e responsabilidades das nações em relação ao meio ambiente; ii) a Declaração sobre Princípios Florestais; iii) a Agenda 21, que era um plano de ação composto por 40 capítulos, para guiar políticas ambientais de governos no presente e no futuro. Também foram acordados dois tratados de importância política, que tinham sido negociados antes da conferência: i) a UNFCCC, composta por 197 Partes – Estados –; e ii) a Convenção sobre Diversidade Biológica (CALDWELL, 1996, cap. 6).

As análises do IPCC, que dão suporte às conferências internacionais para a mudança climática, são elaboradas por três grupos de trabalho: i) WG I, que avalia as informações científicas sobre a mudança climática; ii) WG II, que avalia os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança climática; e iii) WG III, que prescreve estratégias de resposta. Até o presente, foram produzidos cinco relatórios-síntese e diversos outros estudos. Tais relatórios são elaborados para servirem de apoio às tomadas de decisão referentes às ações de adaptação e mitigação frente às mudanças climáticas em governos, setores da economia, e como base para discussão em fóruns intergovernamentais.

O primeiro relatório-síntese de avaliação do IPCC – FAR – reconhecia: i) que havia um efeito estufa natural que já mantinha a terra mais aquecida do que poderia ser; ii) que as emissões resultantes de atividades humanas estavam substancialmente aumentando a concentração de GEE; iii) que aqueles aumentos incrementavam o efeito estufa. Constatou que a temperatura média global do ar superficial tinha aumentado de 0,3 a 0,6 ºC nos 100 anos anteriores, sendo os 05 anos mais quentes, até então, na década de 1980. Assumindo a perspectiva de uma duplicação efetiva dos níveis de CO_2 na atmosfera até 2050, um consequente aumento da temperatura global média de 1,5 a 4,5 ºC, uma distribuição desigual desse aumento de temperatura, mais intenso nas regiões polares, e um aumento no nível do mar de 0,3 a 0,5 m até 2050 e 1 m em 2100, com um aumento na temperatura da superfície oceânica de 0,2 a 2,5 ºC, o relatório projetou efeitos negativos da mudança climática na agricultura e florestas, em ecossistemas naturais terrestres, na hidrologia e recursos aquáticos, nos assentamentos humanos, na saúde humana, na qualidade do ar, nos impactos nos setores de energia, nos transportes e indústrias, nas zonas oceânicas e costeiras, e na cobertura de neve sazonal, gelo e permafrost.

Como estratégia de resposta ao desafio climático, o relatório propôs ações gerais, como o banimento dos CFCs, a redução das emissões a partir do uso de combustíveis fósseis, e a redução no desmatamento. Quanto aos países, propôs aos industrializados a adoção de medidas domésticas para limitar os efeitos da mudança climática, adaptando suas próprias economias em linha com futuros acordos para limitar emissões. Para os países em desenvolvimento, propôs aos industrializados a cooperação para a promoção de fontes de financiamento, transferências de tecnologia e observação científica, reconhecendo a necessidade destes de aumentarem suas emissões para promoverem o seu desenvolvimento, reconhecendo a pobreza como traço característico destes, ressaltando a

necessidade de diminuição da desigualdade para o alcance de mais isonomia no enfrentamento das mudanças climáticas (IPCC, 1992).

O segundo relatório-síntese do IPCC – SAR –, lançado em 1995, foi uma atualização de dados do primeiro relatório, e incluiu como novo assunto aspectos socioeconômicos da mudança climática. Centrou-se no Artigo 2 da United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC –:

> O objetivo final desta Convenção e quaisquer instrumentos legais relacionados que a Conferência das Partes possa adotar é alcançar, de acordo com as disposições relevantes da Convenção, estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera a um nível que impeça interferências antropogênicas perigosas com o sistema climático. Esse nível deve ser alcançado dentro de um prazo suficiente para permitir que os ecossistemas se adaptem naturalmente às mudanças climáticas, para garantir que a produção de alimentos não seja ameaçada e para permitir que o desenvolvimento econômico prossiga de maneira sustentável (UNFCCC, 1992).

Assim, tratava da estabilização das concentrações de GEE na atmosfera em um nível que pudesse prevenir interferência antropogênica no sistema climático, destacando as vulnerabilidades de ecossistemas e comunidades humanas, especialmente relacionadas a agricultura e produção de alimentos, saúde e o impacto do aumento do nível do mar, na perspectiva de com isso se caminhar para o desenvolvimento sustentável (IPCC, 1995). Em relação ao primeiro relatório-síntese, e apesar de muitas incertezas, o segundo confirma o aumento da concentração de GEE desde a era pré-industrial; as mudanças no clima ocorridas; a influência humana no clima global; e a perspectiva de mudança do clima no futuro.

No terceiro relatório-síntese de avaliação da mudança climática elaborado pelo IPCC – TAR –, publicado em 2001, são apresentadas questões relevantes para a política de combate à mudança climática, como: i) posicionar a questão da mudança climática no contexto do desenvolvimento sustentável; ii) avaliar e atribuir mudanças observadas no clima e em sistemas ecológicos desde a era pré-industrial; iii) avaliar o impacto de futuras emissões de GEE e aerossóis sulfatados precursores no clima, incluindo mudanças na variabilidade e eventos extremos em sistemas ecológicos e socioeconômicos; iv) discutir inércia no clima, sistemas ecológicos e setores socioeconômicos, e implicações para mitigação e adaptação; v) avaliar implicações de curto e longo prazo da estabilização de concentrações atmosféricas de GEE no clima, sistemas ecológicos e setores socioeconômicos; vi) avaliar as tecnologias, políticas e custos de curto e longo prazo em ações para mitigar emissões de GEE; vii) identificar as interações entre mudanças climáticas, outras questões ambientais e desenvolvimento.

O TAR mostra resultados robustos e as principais incertezas em cinco aspectos: i) mudança climática e atribuição; ii) emissões futuras e concentrações de GEE e aerossóis com base nos modelos e projeções de cenários; iii) mudanças futuras no clima global e regional, baseadas nos modelos de projeções de cenários; iv) impactos globais e regionais de mudanças nos climas médio e extremo; e v) custos e benefícios de mitigação e opções de adaptação. São considerados resultados robustos aqueles que se mantêm sob uma variedade de métodos e modelos, e que praticamente não são afetados por incertezas. As principais incertezas são aquelas que, se reduzidas, podem levar a novos e robustos resultados. A Figura 6 ilustra uma visão integrada da mudança climática antropogênica, considerando a dinâmica do ciclo completo de causas e efeitos interligados em todos os setores relacionados (IPCC, 2001).

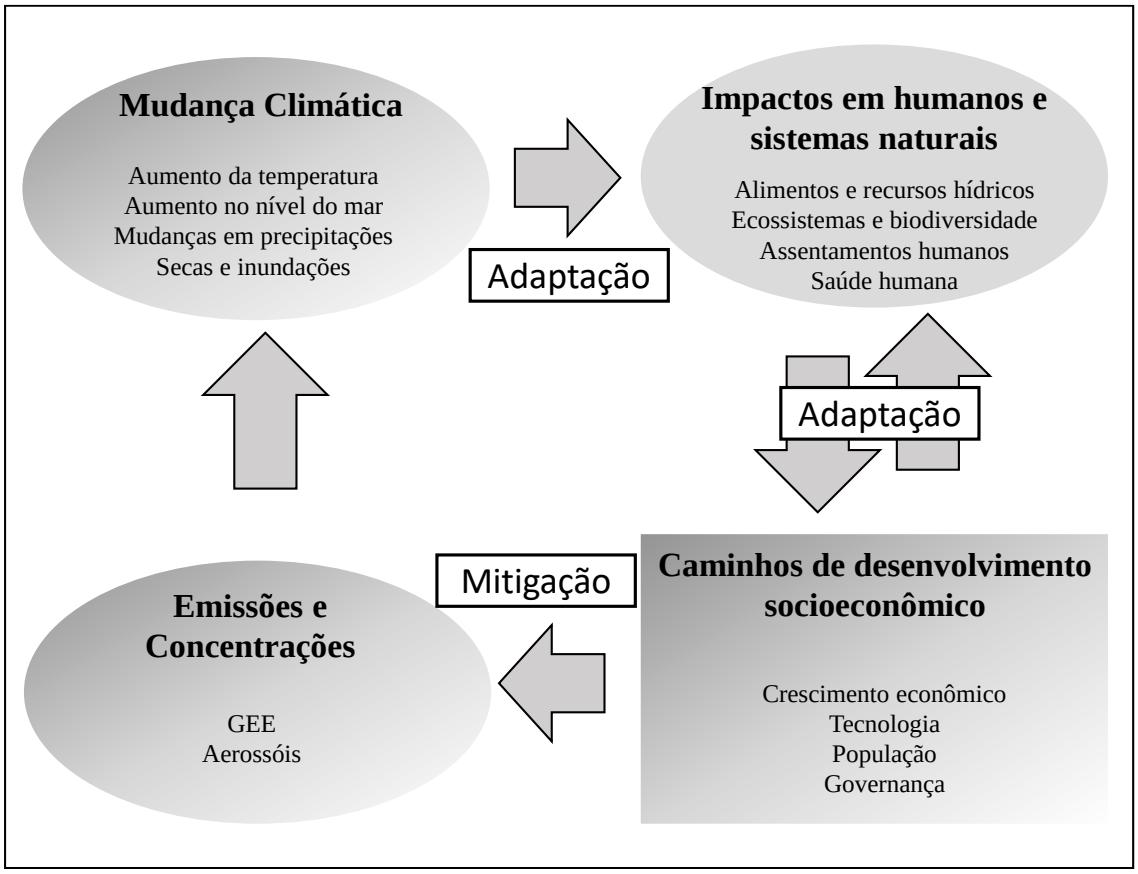


Figura 6 Representação esquemática e simplificada de um quadro de avaliação integrado ao se considerar mudança climática antropogênica.
Fonte: Elaboração própria, com base em IPCC (2001, p. 3).

O quarto relatório-síntese do IPCC para a mudança climática – AR4 – foi publicado em 2007, sendo estruturado em seis tópicos. O primeiro tópico traz as informações do WG I e WG II sobre mudanças no clima e os efeitos da mudança climática passada em sistemas naturais e sociedade humana. O segundo tópico foca nas causas da

mudança, considerando fatores naturais e antropogênicos da mudança climática. O terceiro tópico apresenta informações dos três grupos de trabalho sobre mudanças futuras no clima e seus impactos. O quarto tópico descreve opções de adaptação e mitigação, focando nas medidas de resposta que podem ser implementadas até 2030. O quinto tópico aborda a perspectiva de longo prazo e analisa os aspectos científicos, tecnológicos e socioeconômicos relevantes para adaptação e mitigação, coerentes com os objetivos da UNFCCC. E o sexto tópico destaca os resultados robustos e principais incertezas (IPCC, 2007).

Os resultados apresentados no relatório AR4 estão sumarizados em três aspectos: i) as mudanças observadas no clima e seus efeitos e causas; ii) os fatores e projeções de mudanças climáticas futuras e seus impactos; e iii) as respostas à mudança climática. Quanto às mudanças observadas, os resultados robustos apresentados foram que o aquecimento no sistema climático é inequívoco; que muitos sistemas naturais, em todos os continentes e em alguns oceanos, estão sendo afetados por mudanças climáticas regionais, e mudanças observadas em muitos sistemas físicos e biológicos são consistentes com aquecimento; que as emissões globais totais anuais de GEE, ponderadas por seus GWPs de 100 anos[4], têm crescido até 70% entre 1970 e 2004, disso resultando que as concentrações de N_2O excedem de longe os valores pré-industriais, e as de CH_4 e CO_2 excedem a faixa natural dos últimos 650.000 anos; que a maior parte do aquecimento global médio dos últimos 50 anos é muito provavelmente devido aos incrementos antropogênicos de GEE; e que o aquecimento antropogênico das últimas três décadas tem provavelmente tido uma discernível influência em escala global nas mudanças em muitos sistemas físicos e biológicos.

Já no tocante às projeções de mudanças futuras, o AR4 mostra que, mesmo com as atuais medidas de mitigação e as relacionadas a práticas de desenvolvimento sustentável, as emissões globais de GEE continuarão a crescer nas próximas décadas; que todos os cenários apontam que as terras aquecem mais que os oceanos adjacentes, e mais ao norte em altas latitudes; que o aquecimento tende a reduzir os ecossistemas terrestres e captação oceânica de CO_2 atmosférico, aumentando a fração de emissões

[4] GWP – Global Warming Potential é um índice baseado em propriedades radiativas de uma mistura de GEE, medindo a força radiativa de uma unidade de massa de uma dada mistura de GEE na atmosfera atual integrada em um dado horizonte de tempo relativo a esse de CO_2. Representa o efeito combinado de diferentes períodos que estes gases permanecem na atmosfera e sua relativa efetividade na absorção de radiação térmica de infravermelho de saída. O Protocolo de Quioto é baseado nos GWPs a partir de pulsos de emissões em uma janela de tempo de 100 anos (IPCC, 2007, p. 81).

antropogênicas que permanecem na atmosfera; que o aquecimento antropogênico e aumento do nível do mar poderia continuar por séculos, mesmo se as emissões de GEE fossem reduzidas até estabilizarem, devido às escalas de tempo associadas com processos climáticos e realimentações; que a sensibilidade do equilíbrio climático é muito improvável de ser menor que 1,5 ^{o}C; que alguns sistemas, setores e regiões provavelmente serão especialmente afetados pela mudança climática, tais como tundra, floresta boreal, montanhas, manguezais etc.; e que os impactos muito provavelmente irão aumentar devido ao aumento nas frequências e intensidades de alguns eventos climáticos extremos.

E finalmente no terceiro aspecto, qual seja a resposta à mudança climática, os resultados encontrados foram que algumas adaptações já vêm ocorrendo, mas mais ampla adaptação é requerida para reduzir a vulnerabilidade à mudança climática; que uma mudança climática não mitigada poderia, no longo prazo, provavelmente exceder a capacidade dos sistemas naturais, manejados ou humanos se adaptarem; que uma ampla gama de opções de mitigação é atualmente disponível ou projetada para estar disponível até 2030 em todos os setores; que muitos impactos podem ser reduzidos, retardados ou evitados por mitigação; que a gama de níveis de estabilização para concentrações de GEE que têm sido avaliados pode ser alcançada pela implantação de um portfólio de tecnologias que estão correntemente disponíveis e por aquelas que estão na perspectiva de comercialização nas próximas décadas; que fazer o desenvolvimento mais sustentável pela mudança nos caminhos do desenvolvimento pode melhor contribuir para a mitigação e adaptação à mudança climática, e redução da vulnerabilidade; que decisões sobre políticas macroeconômicas e outras políticas aparentemente não relacionadas à mudança climática podem significantemente afetar as emissões.

Publicado em 2014, o quinto relatório-síntese de avaliação da mudança climática do IPCC – AR5 – é baseado em quatro tópicos: i) mudanças observadas e suas causas; ii) futura mudança climática, impactos e riscos; iii) caminhos futuros para adaptação, mitigação e desenvolvimento sustentável; iv) adaptação e mitigação. De uma forma geral, o relatório confirma que a influência humana no sistema climático é clara e crescente, com impactos observados em todos continentes e oceanos; afirma que muitas mudanças observadas desde 1950 são sem precedentes; afirma que o IPCC está com 95 por cento de certeza que os humanos são a maior causa do atual aquecimento global; pontua que quanto mais as atividades humanas perturbam o clima, maiores os riscos de impactos severos, penetrantes e irreversíveis em pessoas e ecossistemas, e mais duradouras as mudanças em todos os componentes da mudança climática; e por fim afirma que os meios

para limitar a mudança climática e seus riscos, com muitas soluções que permitam a continuidade do desenvolvimento econômico e humano, estão disponíveis, mas que para se estabilizar o aumento de temperatura para abaixo de 2 ºC em relação à era pré-industrial, há que se abandonar urgentemente a situação de "business as usual".

O Protocolo de Quioto fez parte da Conferência das Partes COP-3, assinado em 1997, ratificado em 1999, e posto em vigor em 2005. Na prática, o protocolo operacionalizou a UNFCCC, comprometendo os países industrializados a limitar e reduzir emissões de GEE em acordo de metas individuais. Colocava um pesado encargo nos países desenvolvidos, a partir do princípio "responsabilidade comum, mas diferenciada e respectivas capacidades", reconhecendo neles a responsabilidade pelo histórico do elevado nível de emissões de GEE na atmosfera. Neste sentido, propôs como meta para estes países a média de 5% de redução de emissões, comparadas com os níveis verificados em 1990, para o período 2008 a 2012. Foram previstos dois períodos de compromisso: o primeiro, com vigência de 2008 a 2012, e o segundo, de 2013 a 2020. No primeiro período, 37 países industrializados e a União Europeia se comprometeram a reduzir emissões de GEE em média 5% contra os níveis de 1990. Os Estados Unidos, maior emissor de GEE à época, não ratificaram o protocolo. Em Doha, no ano de 2012, quando da realização da COP-15, foi assinado o adendo ao Protocolo de Quioto, estabelecendo o segundo período de compromisso, 2013 a 2020. Nele, as partes se comprometeram a reduzir as emissões de GEE em no mínimo 18% abaixo dos níveis de 1990 nos oito anos de vigência (UNFCCC, 2020).

No Protocolo de Quioto foram criados três mecanismos flexíveis de mercado para mitigação das emissões. Esses mecanismos eram baseados no comércio de permissões de emissões. Foram eles: i) o comércio internacional de emissões; ii) a implementação conjunta – JI –; e iii) o mecanismo de desenvolvimento limpo – CDM –. Os dois primeiros mecanismos foram destinados a serem operados nos países industrializados. No CDM, os países do Anexo I podem usar certificados de redução de emissões em projetos nos países em desenvolvimento, como parte dos seus compromissos de redução de emissões (GOLDEMBERG, 2012).

O Acordo de Paris ocorreu no ano de 2015, durante a realização da COP-21, entrando em vigor em 2016. Seus elementos-chave tinham sido elaborados em 2014, na COP-20, em Lima, e representam o último passo na evolução do regime da ONU para a mudança climática. Seu principal objetivo foi manter um aumento da temperatura média

global neste século abaixo de 2 ºC sobre os níveis da era pré-industrial, e envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a até 1,5 ºC.

Para autores como GIDDENS (2010, p. 27), a mudança climática é um fenômeno amplo que poderá trazer consequências profundas à forma como vivemos, e que requer ações amplas e acordadas, com aspecto de longo prazo, onde o planejamento exerce papel preponderante. Para o autor, alguns conceitos hão de se impor: i) o Estado assegurador; ii) a convergência política; iii) a convergência econômica; e iv) o imperativo do desenvolvimento. Quanto ao Estado assegurador este deverá agir como facilitador, estimulando e apoiando a diversidade de grupos sociais que levarão adiante as medidas. A convergência política relaciona-se ao grau em que a política da mudança climática se sobrepõe de maneira positiva a outros valores e objetivos políticos. Já a convergência econômica será o grau em que as inovações econômicas e tecnológicas desenvolvidas para combater o aquecimento global geram uma vantagem competitiva para aqueles que as operam. E quanto ao imperativo do desenvolvimento, o autor pontua que as nações mais pobres contribuíram apenas marginalmente para a mudança climática, e que precisam se desenvolver, mesmo que esse processo eleve as emissões acentuadamente, durante certo período.

As diferenças no desenvolvimento frente às mudanças climáticas envolvem o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas entre os países. Com o conceito de contração e convergência, GIDDENS (2010, p. 90) pontua que os países ditos desenvolvidos devem ser os primeiros a reduzir suas emissões, e fazê-las de forma radical, enquanto os mais pobres os seguem, à medida que avancem em seus desenvolvimentos. PEREIRA *et al.* (2018, p. 13) detalham o aspecto, mostrando, para a contração, que todos os países concordam em um caminho de emissões globais futuras que levem para uma estabilização de longo prazo pactuada. Quanto à questão da convergência, as emissões per capita tendem de níveis correntes de países para um nível igual para todos os países.

Essa diferenciação e desigualdade entre países traz à luz o conceito de justiça climática, próximo do de justiça ambiental, a qual

> é entendida como o conjunto de princípios que asseguram que nenhum grupo de pessoas, sejam grupos étnicos, raciais ou de classe, suporte uma parcela desproporcional de degradação do espaço coletivo provocada pelo câmbio climático tal que afete gravemente a qualidade de vida, inviabilize a sua reprodução e os obrigue a migrar (FBOMS, 2007, p. 48).

Na conta das responsabilidades pelas emissões, os países desenvolvidos são os maiores contribuidores para as emissões de GEE na atmosfera. Para o período de 1751 a

2012, as emissões partiram de: Estados Unidos, 26%; Reino Unido, 5,4%; Alemanha, 6%; Japão, 4%. A América do Sul e a África participaram com 3,9% e 2,6%, respectivamente. Ou ainda, 5% dos países contabilizam 67,74% das emissões históricas, enquanto 50% dos países menores emissores têm 0,74% (PEREIRA *et al.*, 2018).

Portanto, existe um problema de âmbito global, representado pelas mudanças climáticas, que foi potencializado pela exacerbação de um modelo de desenvolvimento baseado no uso de combustíveis fósseis, cujo padrão econômico majoritário levou as sociedades a níveis inimagináveis de desigualdade social, com reflexos em abismos sociais evidenciados pela comparação entre níveis de bem-estar. As consequências, que deverão atingir a todos, pela ubiquidade dos impactos em vista, penalizarão mais pesadamente aquelas sociedades ou grupos que, pela sua condição no processo de desenvolvimento, se posicionam em inferioridade na escala social. As vulnerabilidades daí decorrentes são expressas como: piores condições de moradia; mais restrito acesso a sistemas públicos de saúde e educação; falta de acesso à informação; falta de acesso à energia; dentre outros aspectos. É nesse cenário de crise que as fontes renováveis de energia ganham proeminência no tablado geopolítico, que considera basilar o emprego desses recursos como de maior valia no processo de busca de soluções sustentáveis para a crise que se aporta.

1.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM OXIMORO?

A ideia de progresso vem sendo construída continuamente desde a antiguidade clássica. Baseando-se em estudos de John Bury e Robert Nisbet, DUPAS (2006, p. 30) mostra que “a teoria do progresso humano envolve uma visão do passado e uma profecia sobre o futuro. Ela é baseada em uma interpretação da história que enxerga a humanidade avançando lenta e indefinidamente em uma direção desejável”. Ou, conforme NISBET (1980, p. 4), a ideia de progresso é parte essencial do desenvolvimento dos povos, uma espécie de dogma que sustenta a evolução. Um dos mitos fundadores da ideia de progresso na antiguidade clássica seria o de Prometeu, descrito por Ésquilo, no qual, ao observar a condição deplorável da humanidade – o titã, filho de Jápeto, entrega o fogo aos humanos, habilitando-os ao desenvolvimento e à criação da civilização (BRANDÃO, 1986, p. 166-167). Àquela época, Atenas era um centro desenvolvido em artes, guerra, literatura e cultura, sendo o auge da civilização a partir do recebimento do fogo. Prometeu

teria sido condenado por Zeus, por fornecer as condições para os homens saírem da sua condição deplorável. Ao dar-lhes o fogo e o conhecimento sobre as artes, inspirou-lhes a revolta contra a miséria e lhes impulsionou rumo ao progresso.

Epicuro, de acordo com DUPAS (2006, p. 33), forneceu uma ideia diferente; segundo ele, a civilização humana era o resultado da aplicação da inteligência por longos períodos, e não da imposição de forças externas ou de modelos originais. Esse processo era marcado por conquistas tecnológicas, como o descobrimento do fogo, uso de metais, desenvolvimento da linguagem, da navegação, das artes, da família e da ordem social. Para Lucrécio, tal visão de Epicuro libertou o humano da escuridão intelectual em direção à luz. Na alta Idade Média, Santo Agostinho, considerado por NISBET (1980, p. 47) como o principal representante do pensamento cristão da ideia de progresso, pontuou que, diante do seu fascínio pela natureza, Deus seria mais do que o criador do mundo, constituindo-se em parte do desenvolvimento da natureza. À época do renascimento, Jean Bodin, ao tratar do progresso, entendia que o estudo do passado e das causas que levaram aos eventos era fundamental para se entender o presente. Introduziu também a ideia de ciclos, o novo ciclo sempre mais avançado que o anterior, o presente seria melhor que o passado, o futuro seria melhor que o presente (NISBET, 1980, p. 123). Por sua vez, Francis Bacon assertou que a grande renovação do conhecimento era visar sua utilidade e a melhoria da vida humana. Também que em vez de sonhar com o passado, haveria que se acrescentar muito mais conhecimento ao futuro (DUPAS, 2006, p. 39).

Na mesma época, no século XVII, René Descartes expunha que o conhecimento prático estava assentado em dois axiomas: a supremacia da razão, que se chocava com o autoritarismo e a tradição; e a invariabilidade das leis da natureza, colidindo com a teoria da providência divina. Este pensador estabeleceu quatro regras para a aquisição do conhecimento: i) nunca aceitar nada como verdade, a não ser que fosse axiomático; ii) dividir toda a complexidade do que se examina nas menores frações possíveis; iii) conduzir o pensamento sempre numa ordem lógica, começando do mais simples e fácil para o mais difícil; e iv) raciocinar rigorosamente, como numa ciência exata, tendo certeza de que nada escapou à lógica empregada (DESCARTES, 2000). Por sua vez, Bernard de Fontenelle projetou a ideia de progresso para o futuro, assumindo implicitamente a certeza da inexorabilidade do progresso, por meio da evolução da ciência e do conhecimento (DUPAS, 2006, p. 39). A popularização da ciência naquela época marcou o sucesso definitivo de uma doutrina geral do progresso. Giambattista Vico, no século XVIII, muito ligado à ideia de providência, contribuiu, no entanto, fortemente para o

conceito de progresso, quando refletiu sobre o método e sistemas de pensamento, concebendo a ciência como relativamente autossuficiente para explicar os caminhos da evolução (DUPAS, 2006, p. 41).

Da segunda metade do século XVIII até o final do século XIX, portanto em pleno Iluminismo, a ideia de progresso foi dominante no Ocidente, onde os pensadores apartaram-se da influência de Deus, sob os auspícios da Revolução Industrial, e abriram espaço para que o progresso se realizasse por meio da ação humana. Na época da Revolução Francesa, em que a classe burguesa assumia características revolucionárias, Anne Robert Jacques Turgot, por exemplo, com sua Teoria do Progresso, uniu a ideia de progresso à de liberdade, mencionando que, por meio do interesse próprio, ambição e vanglória, haveria um refinamento nas mentes iluminadas, nações antes isoladas seriam juntadas, laços políticos e econômicos finalmente unidos por toda a terra, e que a humanidade caminharia vagarosamente rumo à perfeição (DUPAS, 2006, p. 44). Na mesma linha, para o Marquês de Condorcet, o progresso humano rumaria para o aperfeiçoamento das condições de vida, em que a liberdade do indivíduo era fundamental, e resolveria as questões referentes à igualdade (DUPAS, 2006, p. 47). Adam Smith, no seu *A Riqueza das Nações*, elegeu a liberdade econômica individual como motor de um sistema econômico eficiente para levar ao progresso da opulência. Ademais, no conceito das Vantagens Absolutas para o comércio internacional, o livre-comércio entre povos e nações seria de grande vantagem para todos, e um elemento essencial de sua ideia de progresso (SMITH, 1996). Em oposição ao individualismo dos liberais, a ideia de progresso foi associada ao conceito de socialismo inicialmente pelos socialistas utópicos como o Conde de Saint-Simon, Charles Fourier e Robert Owen. Assim surgiam duas linhas gerais sobre os conceitos de progresso: uma em que a liberdade individual era a chave e a força motivadora para a evolução e o progresso das sociedades; e outra, em que o desenvolvimento do homem seria um sistema em que a autoridade de um novo Estado seria fundamental (DUPAS, 2006, p. 49).

Segundo (DUPAS, 2006, p. 50), Immanuel Kant via o progresso como algo provável, embora seu obstáculo maior fossem as guerras e suas consequências. O pensador apropriou-se da teoria do progresso, da ideia de reforma universal e da doutrina política da igualdade e a pôs a serviço de sua teoria metafísica da ética. Já para positivistas como Auguste Comte, a ideia de progresso seria um grande farol do caminho humano, cujo lema para o desenvolvimento da sociedade seria “Ordem e Progresso” (DUPAS, 2006, p. 52). No entanto, o também positivista Herbert Spencer uniu a ideia de progresso

ao individualismo liberal do final do século XIX, baseado na ideia de que o progresso partiria de uma sociedade monolítica, estática e repressiva, para uma organização social mais diversificada, plural e individualista (DUPAS, 2006, p. 53). Já Jean-Jacques Rousseau, numa perspectiva de humanização do progresso, pontuou que à medida que o homem evoluiu e acumulou propriedade, houve crescente insegurança e surgiu a exigência da criação do Estado, que acabou assumindo feições tirânicas. Propunha desenvolver uma forma de governo com instituições apropriadas para colocar o homem novamente na trilha do progresso benéfico (DUPAS, 2006, p. 53). E para Charles Darwin, o homem não seria mais uma criação de Deus, mas teria evoluído dos animais, e um eventual futuro melhor só viria por meio da evolução (DUPAS, 2006, p. 54)

Ao analisar as vinculações entre o progresso e o poder, DUPAS (2006, cap. 1) relaciona autores alemães, por ser na Prússia onde mais se desenvolveu a concepção de Estado-nação, cuja grande concentração de poderes deveria ser o principal agente incentivador e fornecedor de condições para o progresso. Johann von Herder acreditava no avanço da humanidade ao longo do tempo, especialmente por meio da educação, sendo contra qualquer tipo de constrangimento ao desenvolvimento individual. Para Johann Fitche os alemães representavam a vanguarda do progresso humano, e o Estado-nação a potencializaria, contribuindo para o progresso desse povo. Com isso, o progresso perdia parte de sua dimensão universal, passando a ser de interesse de uma coletividade que estaria na vanguarda. Tal concepção de progresso também perpassou a obra de Georg Hegel, que propugnava o Estado germânico como vanguarda da humanidade. E Karl Marx igualmente acreditou no progresso histórico e inabalável da humanidade (DUPAS, 2006, p. 55).

Já no século XX, a concepção vigente nos denominados países de socialismo real, como URSS e China, incorporava a visão marxista de um inevitável caminho do mundo para uma sociedade sem classes. Na esquerda em geral, havia a percepção de que o domínio da racionalidade técnica conduziria o homem à liberdade e ao bem-estar. Na mesma vertente marxista, Walter Benjamin, no entanto, criticou a ideia de progresso inevitável atrelado às leis da história e fatalidade natural. Pontuou que o futuro não é o resultado inevitável de uma evolução histórica dada, não é o produto de leis naturais da transformação social e nem fruto inevitável do progresso econômico, técnico e científico (DUPAS, 2006, p. 58).

A etimologia da palavra desenvolvimento se vincula às palavras *des+envolver*, que implica abrir/quebrar/romper o que está envolvido, ou tirar o que se oculta.

Juntamente à ideia de progresso, tem se constituído num dos pilares da modernidade. A racionalidade moderna define desenvolvimento na perspectiva de crescer, aumentar, incrementar, tornando-se o desenvolvimento sinônimo de amadurecimento, avanço e prosperidade (OLIVEIRA, 2011; PIZZI, 2004; PORTO-GONÇALVES, 1992). Levando-se em consideração a dificuldade de elaborar uma definição de desenvolvimento que consiga abranger toda a complexidade do termo, poder-se-ia defini-lo como se segue:

> O desenvolvimento consiste em um conjunto de práticas, às vezes que parecem conflitar umas com as outras, que exigem – para a reprodução da sociedade – a transformação e destruição geral do ambiente natural e das relações sociais. Seu objetivo é aumentar a produção de mercadorias – bens e serviços – voltadas, por meio de troca, à demanda efetiva (RIST, 2008, p. 13).

A visão neoclássica da economia encara o crescimento econômico como equivalente do desenvolvimento. Tendo o PIB per capita como métrica principal, utiliza a função de produção limitada a um estudo abstrato da firma, de sua equação de custos e de sua racionalidade em face de um contexto neutro. Pela teoria neoclássica do crescimento, o PIB per capita cresce porque a mudança tecnológica leva a um nível de poupança e investimento que promove o aumento do capital por hora de trabalho. Esse aumento só para se a mudança tecnológica cessa (PARKIN, 2009).

O pensamento de Celso Furtado sobre o desenvolvimento traz uma visão histórico-estrutural sobre o assunto. Para ele, a ideia de desenvolvimento é referida a um conjunto de processos sociais articulados ao qual se empresta um sentido positivo. No entanto, reconhece a ambiguidade do conceito de crescimento quando associado ao seu teste de medição, e ressalta o distanciamento deste quando do alargamento e diálogo com outras ciências sociais, conduzindo o conceito de desenvolvimento a uma perspectiva interdisciplinar. Segundo D'AGUIAR (2013, p. 196–235), para Celso Furtado, as raízes da ideia de desenvolvimento originam-se em três correntes, originárias do pensamento europeu do século XVIII: i) uma ligada ao Iluminismo, para o qual a História marcha progressivamente para o racional; ii) uma ligada à ideia de acumulação de riqueza, em que está implícita uma opção entre o presente e o futuro, numa promessa de maior bem-estar; e iii) uma última, vinculada à ideia de que a expansão geográfica da civilização europeia levaria para os demais povos da terra formas superiores de vida.

Nesta lógica, o conceito de desenvolvimento tem sido utilizado em dois sentidos: i) o relacionado à evolução de um sistema social de produção na medida em que este, por uma acumulação e progresso técnico, torna-se mais eficaz, elevando a produtividade do conjunto da força de trabalho; ii) o ligado ao grau de satisfação das necessidades humanas,

sejam elas básicas, como alimentação, habitação etc., ou ligadas a um sistema de valores, dentro de um contexto cultural. O desenvolvimento também pode ser abordado a partir de três critérios: i) o do incremento da eficiência do sistema produtivo; ii) o da satisfação das necessidades básicas da população; e iii) o da consecução de objetivos a que se propõem distintos grupos de uma sociedade e que competem na utilização de recursos escassos. Com relação à inovação técnica, Celso Furtado coloca que ela favorece na apropriação do produto aqueles que a lideram, havendo no capitalismo uma tendência estrutural para concentrar a renda em benefício das zonas urbanas e dos países que exportam os produtos que incorporam a técnica mais avançada (D'AGUIAR, 2013, p. 210).

Ao observar a evolução do capitalismo na Europa a partir do século XVIII, Celso Furtado identifica na aceleração da acumulação o início da constituição de um sistema econômico de alcance mundial, que exibe duas faces: a primeira, de rompimento com as antigas formas familiares, artesanais, senhoriais e corporativas de organização da produção, assim implantando um novo modo de produção; e a segunda, refletindo a ativação das atividades comerciais e a divisão do trabalho inter-regional. Essa aceleração da acumulação conduz a uma especialização geográfica da produção, que privilegia as regiões em que o avanço da técnica gera mais ganhos de produtividade. Dessa forma, há uma difusão ampla do progresso, em graus variados por região, manifestada pela assimilação das inovações pela cultura material e modernização dos padrões de consumo (D'AGUIAR, 2013, p. 230).

Pelas diferentes evoluções regionais desse processo, Celso Furtado identifica o conceito de subdesenvolvimento. Os dois conceitos, desenvolvimento e subdesenvolvimento, derivados do mesmo processo de acumulação. A identificação do subdesenvolvimento deu-se com o aparecimento do conceito de desemprego disfarçado e da marginalidade urbana, constatado que grande parte da população se ocupava em sistemas subculturais urbanos, de fraca articulação com os mercados, mas exercendo forte pressão nestes na forma de influência potencial como reserva de mão de obra. Ao revisitar a questão do subdesenvolvimento em 1990, Celso Furtado, citando Raul Prebisch sobre a estrutura centro-periferia, caracterizou o capitalismo como um processo de difusão irregular do progresso técnico, comandado pelos interesses das economias criadoras de novas técnicas. Ao progresso técnico estaria associado o aumento da produtividade, portanto criando condições propícias à concentração dinâmica da renda e impulso à acumulação, vetor de difusão de novas técnicas. Identifica no conceito de

homogeneização social uma característica marcante das economias capitalistas desenvolvidas, em que seus membros satisfazem de forma apropriada as necessidades de alimentação, vestuário, moradia, acesso à educação e ao lazer, e a um mínimo de bens culturais.

Já na situação caracterizada pelo subdesenvolvimento, os aumentos de produtividade e assimilação de novas técnicas não conduzem à homogeneização social, ainda que causem elevação do nível de vida médio da população. São economias marcadas por grande heterogeneidade tecnológica, acentuadas desigualdades na produtividade do trabalho entre áreas rurais e urbanas, uma proporção relativamente estável da população vivendo no nível de subsistência e crescente subemprego urbano. Nessa perspectiva, os países periféricos transformaram-se em importadores de bens de consumo, fruto do processo de acumulação e do progresso técnico que tiveram lugar no centro do sistema. E suas classes dirigentes apresentavam padrões de consumo similares aos de países onde o nível de acumulação de capital era muito mais alto, e estavam impregnadas de uma cultura cujo elemento motor é o progresso técnico. Em tal lógica, o subdesenvolvimento é caracterizado como uma variante do desenvolvimento, sendo uma das formas pelas quais este historicamente assumiu a difusão do progresso técnico (D'AGUIAR, 2013, p. 251).

Como resultado desse processo, a pobreza é um predicado marcante do subdesenvolvimento, no qual vigora a propriedade altamente concentrada da terra e a monopolização do crédito pelos proprietários. Fatalmente a massa de despossuídos não participará dos benefícios do crescimento, caracterizando-se, portanto, um processo de concentração de renda. Assim, tem-se que neste caso o aumento da produtividade parirá uma crescente dicotomia social, vigorando um paradoxo em que segmentos operam com níveis tecnológicos diferentes, como se naquele momento coexistissem épocas distintas (D'AGUIAR, 2013, p. 251-284).

Ao analisar o processo de acumulação e a pressão sobre os recursos, Celso Furtado inicialmente percebe um fosso que se amplia entre os países do centro, em crescente homogeneização de padrões de consumo, e uma constelação de economias periféricas, marcadas por um distanciamento das formas de vida de uma minoria privilegiada com respeito à massa da população. Quanto à pressão sobre os recursos, Celso Furtado distingue dois tipos, em que o primeiro é ligado à disponibilidade de terra arável a ser utilizada na agricultura de subsistência, já que nos países com condições de vida próximas ao nível de subsistência, a disponibilidade de terras é fator decisivo na determinação da

taxa de crescimento demográfico. Uma propagação desse efeito acarreta geralmente em emigração. O segundo tipo de pressão relaciona-se à orientação geral do processo de desenvolvimento, pois se fosse mais bem distribuído no conjunto do sistema capitalista, o crescimento dependeria menos da introdução de novos produtos, e mais da difusão do uso de produtos mais conhecidos, significando um menor coeficiente de desperdício. Dessa forma, com a diferença de níveis de vida entre os países centrais e os periféricos, onde as elites periféricas imitam o padrão de consumo dos centrais e correspondem a uma pequena fração do total da população, Celso Furtado conclui: i) o estilo de vida criado pelo capitalismo industrial sempre será um privilégio de uma minoria; ii) o custo ambiental desse estilo de vida é de tal forma elevado que toda tentativa de generalizá-lo levará inexoravelmente ao colapso da disponibilidade de recursos; iii) a ideia de que os povos pobres podem algum dia desfrutar das formas de vida dos atuais povos ricos, ou seja, do desenvolvimento, é irrealizável; iv) as economias periféricas, com exceções, não alcançarão desenvolvimento similar ao alcançado pelas economias do centro capitalista. Portanto, a ideia do desenvolvimento seria considerada um mito (D'AGUIAR, 2013, p. 167–175).

Apresentando o desenvolvimento estruturado a partir de valores, e não necessariamente pela dinâmica econômica, VEIGA (2010) situa a obra de Amartya Sen como um caminho do meio entre os que reduzem o desenvolvimento ao crescimento e os que o descartam como inexequível. Em linhas gerais, Amartya Sen procura demonstrar a necessidade de se reconhecer o papel das diferentes formas de liberdade no combate às privações, destituições e opressões existentes em um mundo marcado por alto grau de opulência. Para Amartya Sen, a expansão da liberdade é o principal fim e o principal meio do desenvolvimento, sendo a eliminação de tudo o que limita as escolhas das pessoas. Pondera que o crescimento pode contribuir como meio de expansão das liberdades desfrutadas pelas pessoas, mas estas também dependem de vários outros determinantes, como os serviços de educação e saúde. O desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade, tais como: i) pobreza e tirania; ii) carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática; iii) negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência de Estados repressivos (SEN, 2000).

E na visão de Ignacy Sachs, o desenvolvimento deve ter um forte componente de inclusão social. Assim, o desenvolvimento pretende

> habilitar cada ser humano a manifestar potencialidades, talentos e imaginação, na procura da autorrealização e da felicidade, mediante empreendimentos individuais e coletivos, numa combinação de trabalho autônomo e heterônomo e de tempo dedicado a atividades não produtivas. A boa sociedade é aquela que maximiza essas oportunidades, enquanto cria, simultaneamente, um ambiente de convivência e, em última instância, condições para a produção de meios de existência viáveis, suprindo as necessidades materiais básicas da vida numa variedade de formas e cenários (SACHS, 2004, p. 35).

No padrão de crescimento excludente do mercado de consumo e concentrador de renda e riqueza, dois aspectos são evidentes: i) os mercados de trabalho fortemente segmentados, que mantêm uma grande parcela da maioria trabalhadora confinada a atividades informais, ou condenada a extrair sua subsistência precariamente da agricultura familiar de pequena escala, sem quase nenhum acesso à proteção social; e ii) a fraca participação na vida política, ou completa exclusão dela, de grandes setores da população, pouco instruída, suborganizada e absorvida na luta diária pela sobrevivência, sendo as mulheres sujeitas à discriminação de gênero as mais fortemente atingidas (SACHS, 2004, p. 38).

Já o desenvolvimento includente requer: i) a garantia do exercício dos direitos civis, cívicos e políticos; ii) o acesso em igualdade de condições a programas de assistência para pessoas com deficiência, para mães e filhos, para idosos, voltados para a compensação das desigualdades naturais ou físicas; e iii) iguais oportunidades de acesso a serviços públicos, tais como educação, proteção à saúde e moradia. No tocante à eficiência da economia, Ignacy Sachs pontua que se deve buscar a maximização do potencial de emprego do crescimento, além da maior valorização dos pequenos produtores, na perspectiva da economia solidária (SACHS, 2004, p. 39).

Ao discutir o conceito de sustentabilidade e a relação entre a ciência econômica e as preocupações de ordem ambiental, VEIGA (2010, p. 109) identifica três linhas de pensamento relacionadas ao tema: i) a concepção neoclássica, para a qual não há dilema entre o crescimento econômico e a preservação ambiental; ii) uma visão fatalista de sustentabilidade, de decrescimento, baseada no estudos de Nicholas Georgescu-Roegen, a partir da segunda lei da termodinâmica; e iii) a visão de Herman Daly, de uma economia em estado estacionário, intermediária entre as duas concepções anteriores. A primeira linha corresponde ao campo denominado economia ambiental e suas variantes. As duas restantes à economia ecológica e suas variantes.

Para os economistas neoclássicos, não há dilema entre o crescimento econômico e a preservação ambiental, pois creem ser possível combinar as duas exigências. Têm como hipótese que, em princípio, os fatores que podem levar a mudanças na composição

e nas técnicas de produção podem ser suficientemente fortes para que os efeitos ambientalmente adversos do aumento da atividade econômica sejam evitados ou superados e que, havendo essa tendência, a recuperação ecológica resultará do próprio crescimento econômico. São otimistas tecnológicos, ou seja, acreditam fortemente que as inovações tecnológicas superarão qualquer impasse que venha a colocar em xeque a continuidade do crescimento econômico. Em uma variante da economia ambiental denominada de sustentabilidade fraca, representada por Robert Solow, a natureza nunca constituirá sério obstáculo à expansão econômica, e no longo prazo os ecossistemas não oferecerão qualquer tipo de limite, seja como fontes de insumos, ou como assimiladores de impactos (VEIGA, 2010, p. 121). Nessa perspectiva, qualquer elemento da biosfera que se mostrar limitante ao processo será substituído pela mudança na composição entre os três fatores de produção: trabalho humano, capital produzido e recursos naturais. A substitutibilidade dos recursos é o traço da economia ambiental neoclássica, que difere da economia ecológica, baseada na perspectiva da complementaridade destes. Portanto, a crença na capacidade da tecnologia os leva a acreditarem, por isso, na fraqueza da sustentabilidade, donde a ideia de desenvolvimento sustentável terminar por ser reduzida a crescimento econômico.

Uma segunda vertente da economia ambiental é denominada sustentabilidade forte, na qual David Pearce é a principal referência. Aqui, o critério de justiça entre as gerações não deve ser a manutenção do capital total, como no caso da sustentabilidade fraca, mas sim sua parte não reprodutível, o capital natural. Não ignora que parte desse capital natural é exaurível, e propõe que os danos ambientais provocados por certas atividades sejam de alguma forma compensados por outras. Dessa forma, para os economistas neoclássicos, a questão da sustentabilidade corresponde à administração mais ou menos eficiente de uma dimensão específica da escassez. E pelo fato de os bens ambientais não exibirem valor de troca, portanto não apresentarem preço, a solução para isso passaria pela criação de novos mercados para esses bens, como por exemplo os mercados de direito de poluir, ou os mercados de cotas de emissões (VEIGA, 2010, p. 124).

Na mesma época do lançamento do documento *The Limits to Growth* pelo Clube de Roma e da Conferência de Estocolmo, Nicholas Georgescu-Roegen publicou, em 1971, *The entropy law and the economic process*. Ao contrário da concepção neoclássica que toma elementos da mecânica para explicar seu modelo circular de funcionamento da economia, baseando-se na segunda lei da termodinâmica, Nicholas Georgescu-Roegen

pontuou que as atividades econômicas gradualmente transformam energia em formas de calor tão difusas que são insubstituíveis. Assim, a energia está sempre passando, de forma irreversível e irrevogável, da condição disponível para não disponível, e, para manter seu próprio equilíbrio, a humanidade extrai da natureza os elementos de baixa entropia que permitem compensar a alta entropia que ela causa. Portanto, de acordo com essa visão, a depleção dos recursos da forma acelerada, como atualmente ocorre, compromete cada vez mais as expectativas de vida para o futuro, por uma impossibilidade física (CECHIN, 2010, cap. 2).

Para Nicholas Georgescu-Roegen, a economia certamente será absorvida pela ecologia, de forma que há que se encontrar uma via de desenvolvimento humano que seja compatível com o decréscimo do produto, cabendo-nos fazer com que o crescimento econômico seja o mais possível compatibilizado com a conservação da natureza (CECHIN, 2010; CECHIN e VEIGA, 2010).

Por sua vez, no caminho da economia ecológica, Herman Daly apresentou a proposta da condição estacionária, que para VEIGA (2010, p. 129) significaria um desdobramento menos pessimista das ideias de Nicholas Georgescu-Roegen. Herman Daly resgata a ideia da condição estacionária como horizonte para o crescimento econômico, desenvolvida no século XIX por John Stuart Mill, que questionava:

> ...para que finalidade? Para que ponto último está tendendo a sociedade, com seu progresso industrial? Quando o progresso cessar, em que condição podemos esperar que ele deixará a humanidade?
>
> Os economistas políticos sempre devem ter visto, com clareza maior ou menor, que o aumento da riqueza não é ilimitado; para que ao final daquilo que denominam condição progressista está a condição estacionária, que todo aumento de riqueza é apenas um adiamento desta última condição, e que cada passo para a frente é um aproximar-se dela (MILL, 1983, p. 325).

Para Herman Daly, só haveria alternativa à decadência ecológica na chamada condição estacionária. Nessa perspectiva, a economia continuaria a melhorar em termos qualitativos, substituindo, por exemplo, a energia fóssil por energia limpa, e desenvolvimento sustentável significaria desenvolvimento sem crescimento.

O ecologismo dos pobres é outra vertente da economia ecológica, voltada, em conjunto com a ecologia política, a discutir questões distributivas. Tem como eixo principal

> um interesse material pelo meio ambiente como fonte de condição para a subsistência; não em razão de uma preocupação relacionada com os direitos das demais espécies e das futuras gerações de humanos, mas, sim, pelos humanos pobres de hoje. Essa corrente não compartilha os mesmos fundamentos éticos (nem estéticos) do culto ao silvestre. Sua ética nasce de uma demanda por justiça social contemporânea entre os humanos (MARTÍNEZ ALIER, 2017, p. 34).

MARTÍNEZ ALIER (2017) questiona o avanço das novas fronteiras do desenvolvimento, usualmente dirigidas a novos territórios ocupados por populações originárias, que apelam para os direitos territoriais indígenas e igualmente para a sacralidade da natureza para defender e assegurar seu sustento. Discute a questão do valor, indo bem além da dimensão econômica, buscando uma pluralidade de valores como físicos, ecológicos, culturais etc. Tal movimento surge dos protestos contra a apropriação estatal ou privada dos recursos ambientais comunitários e contra o fardo desproporcional de contaminação, e dessa forma a promoção da sustentabilidade se dará pela exacerbação desses conflitos ecológicos distributivos. Quanto ao termo "desenvolvimento sustentável", sustenta-se que a palavra desenvolvimento carregue forte conotação de crescimento econômico e modernização uniforme, propondo-se o abandono do termo desenvolvimento e falando-se apenas em sustentabilidade (MARTÍNEZ ALIER, 2017).

Ao analisar os textos do Relatório Brundtland e das resoluções da Conferência do Rio em 1992, RIST (2008, p. 192) identifica no conceito de "desenvolvimento sustentável" a tentativa de juntar duas perspectivas distintas e possivelmente inconciliáveis, que estão presentes no termo. Tal avaliação coincide com a de GIDDENS (2010, p. 95), para quem seria sensato desvincular os dois termos. Do ponto de vista dos ecologistas, desenvolvimento sustentável implica um nível de produção que pode ser suportado pelo ecossistema e pode, portanto, ser mantido no longo prazo. E sustentabilidade significa que o processo pode ser mantido somente sob certas condições dadas externamente. Já na distinta interpretação dominante, desenvolvimento sustentável é visto como um convite para manter o desenvolvimento, ou seja, o crescimento econômico. Ao ganhar um rótulo positivo, universaliza-se. A sustentabilidade é assim entendida como durável. Para esta visão, não é a sobrevivência dos ecossistemas que põe limites ao desenvolvimento, mas o desenvolvimento que determina a sobrevivência das sociedades. Para RIST (2008), essas duas interpretações são ao mesmo tempo legítimas e contraditórias, ou seja,

> como o desenvolvimento é o principal responsável pelos danos ao meio ambiente e ameaça a desejada 'sustentabilidade' do ecossistema, a qualidade essencialmente positiva que se espera do meio ambiente é apresentada como se fosse suficiente para compensar os problemas com o desenvolvimento e para justificar a busca do crescimento. A contradição está nas práticas, não nas palavras (RIST, 2008, p. 194).

Logo, da contradição das práticas e palavras, o recurso ao oximoro[5] para desenvolvimento sustentável se justifica no plano ideológico por buscar manter uma perspectiva de funcionamento 'normal' da economia que, por sua vez, não encontra respostas exequíveis para aplacar a pobreza e as desigualdades sociais; ao mesmo tempo a sustentabilidade ambiental mostra-se cada vez mais insustentável, diante de um quadro de devastação da biota nunca antes visto, fruto da própria intensificação do desenvolvimento, sob um sonho de universalização e eternização do progresso.

[5] Oximoro é uma figura retórica em que termos contraditórios entre si são colocados em conjunção. Na literatura, ou em textos místicos, isso torna possível dizer o indizível, evocando a coincidência dos opostos. Em sua variante ideológica, no entanto, o oximoro constitui uma forma de camuflagem legitimadora (RIST, 2008, p. 174).

CAPÍTULO 2 – A INDÚSTRIA EÓLICA: EVOLUÇÃO DE MERCADO E INCENTIVOS

Desde tempos antigos, a energia proveniente dos ventos vem sendo utilizada pela humanidade, tendo inicialmente sua energia cinética convertida em força mecânica para aplicação em moagem de grãos e bombeamento de água como suas principais aplicações. A partir do início do século XX desenvolveu-se uma utilidade adicional para os recursos eólicos, em que, por meio do emprego das primeiras turbinas eletro-eólicas, foi possível obter eletricidade a partir do vento. Desde então, vem sendo registrado um crescente aperfeiçoamento da tecnologia, fazendo com que seus custos se reduzam, seus rendimentos se ampliem e sua aplicação possa ser expandida de forma planetária. Com a consolidação da tecnologia, registra-se a formação de um forte mercado que repercute globalmente, plenamente inserido em uma agenda de transição energética com vistas à substituição de combustíveis fósseis na matriz energética mundial.

O presente capítulo discute a indústria eólica, tomando por base sua gênese, desde as primeiras iniciativas de construção de aerogeradores na Dinamarca, até o amadurecimento dessa tecnologia, representado por máquinas com atributos tecnológicos cada vez mais desafiadores e grandes parques eólicos, onshore e offshore, integrados às matrizes elétricas nacionais. Nessa perspectiva são abordados os mecanismos de mercado e seus instrumentos de incentivo, postos em execução nos diversos países.

Em seguida, é analisada a implantação da indústria eólica no Brasil, sua distribuição regional, e a articulação que resulta da cadeia produtiva formada. Por fim, busca-se compreender como tal indústria se conforma no território do Rio Grande do Norte, estado dotado de excelentes condições de obtenção de ventos e sede de 167 parques eólicos, perfazendo uma capacidade instalada de 4,67 GW.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DE ENERGIA EÓLICA

Ao descrever os antigos aproveitamentos eólicos, ACKERMANN e SÖDER (2002) identificam os primeiros registros de moinhos de vento de eixo vertical para moer grãos, localizados nas montanhas do Afeganistão no século VII a.C. Em cerca de 1.000 d.C. foram encontrados registros de moinhos de vento de eixo horizontal na Pérsia, Tibet e China. O movimento das Cruzadas na Idade Média influenciou a difusão do uso de moinhos de vento de eixo horizontal vindos do Oriente Médio e Pérsia na Europa. Os

primeiros registros destes foram identificados nos anos de 1150 na Inglaterra, 1180 na França, 1222 na Alemanha e 1259 na Dinamarca. Dessa época na Europa até o século XIX, segundo os autores, os moinhos de vento passaram por contínuo aperfeiçoamento, tipicamente utilizando um rotor de 25 m e estrutura de até 30 m, empregados para moagem de grãos e bombeamento de água para drenagem de lagos e pântanos.

Por volta de 1800, na França, havia cerca de 20.000 moinhos de vento. Na Holanda, cerca de 90% da força motriz da indústria provinha dos ventos. Com o avanço da industrialização, ocorreu um progressivo declínio no uso do vento como propulsor mecânico. Mesmo assim, no início do século XX cerca de 11% da energia da indústria holandesa originava-se de energia eólica, e na Alemanha havia mais de 18.000 unidades instaladas. Nos Estados Unidos ficou bastante popular a utilização de pequenos cataventos para bombeamento de água em fazendas, onde, nos anos 1930, havia em torno de 600.000 unidades funcionando (ACKERMANN e SÖDER, 2002).

No ano de 1891, o dinamarquês Poul la Cour criou a primeira turbina eólica para geração de eletricidade. Seu modelo de equipamento foi bastante difundido na Dinamarca e outros países, ganhando impulso nas guerras mundiais da primeira metade do século XX. Após a Segunda Guerra Mundial, teve prosseguimento o desenvolvimento de turbinas eólicas de grande porte, principalmente na Dinamarca e Alemanha, incorporando conceitos aerodinâmicos no sentido de melhor aproveitamento da energia do vento (ACKERMANN e SÖDER, 2002).

A Crise do Petróleo de 1973, ao lado de um nascente movimento ambiental de caráter global, conduziram a um maior interesse no desenvolvimento de soluções energéticas empregando energia eólica (ACKERMANN e SÖDER, 2002; GIPE, 1995, p. 50; KALDELLIS e ZAFIRAKIS, 2011). A expansão da energia eólica que vem tomando impulso no mundo apresenta-se como um fenômeno intensificado a partir do início do século XXI. Autores como GIPE (1995, p. 420), SILVA (2015, p. 216), e MANWELL *et al.* (2009, p. 547) discutem alguns benefícios da sua adoção, como: i) o equilíbrio energético, em que a turbina eólica produz de 4 a 33 vezes mais energia durante 20 anos de vida útil do que a usada em sua construção, valor mais vantajoso que outras fontes de energia; ii) a compensação de emissões de GEE, principal atributo ambiental da energia eólica, especialmente quando comparada às fontes de origem fóssil; iii) a economia no consumo de água, que por não possuir ciclo termodinâmico em sua operação, torna a energia eólica mais atraente do que outras fontes quanto a este aspecto; iv) geração de

novos empregos, tanto no processo de operação e manutenção, como no setor industrial fabricante de turbinas.

Preocupações advindas da adoção da energia eólica também são levantadas, como: i) os problemas de aceitação por parte das comunidades atingidas; ii) os impactos na fauna e flora, principalmente avifauna e cobertura vegetal; iii) os impactos sobre a saúde das pessoas, como a influência do ruído, receios de acidentes e efeitos de cintilação; e iv) os impactos sobre o uso da terra, como a coexistência com outras atividades econômicas, preocupações com sítios arqueológicos, influência em lençóis freáticos, dentre outros aspectos (GIPE, 1995, p. 420; MANWELL *et al.*, 2009, p. 547; SILVA, 2015, p. 216). Assim, a energia eólica se insere como uma valorada alternativa no processo de transição energética atual. No entanto, em seu seio ocorre um debate acerca de seus benefícios e custos de diversas ordens que, em várias situações, precisa ser cotejado com o que ocorre com outras formas de obtenção de energia.

Mesmo tendo em vista países em destaque quanto à expansão eólica em termos de capacidade instalada e uma cadeia de suprimento consolidada, como China, Estados Unidos, Índia e Alemanha, observa-se um espraiamento do desenvolvimento de parques eólicos em vários Estados Nacionais, impulsionado pelo agravo que a transição energética em curso apresenta, com vistas à adoção de uma oferta descarbonizada de eletricidade como elemento principal do mercado de energia. É mister notar que o aprendizado tecnológico e a capacidade industrial de produção já existente são subsídios para acelerar esse processo.

A Figura 7 mostra a evolução da capacidade instalada acumulada em energia eólica no mundo, no período de 2000 a 2019. De um valor de 16,9 GW em 2000, a capacidade instalada no mundo alcançou a cifra de 622,7 GW instalados em 2019, num crescimento de 3.585% no período.

As instalações eólicas offshore, que apresentam outros desafios em relação à exploração onshore, representam uma alternativa para países localizados em regiões mais densamente povoadas e com faixa de litoral disponível para sua instalação. Em 2019 havia uma capacidade instalada de energia eólica offshore de 28,3 GW, que corresponde a 4,5% da capacidade instalada total global. Cerca de 88% dessa capacidade offshore concentra-se em quatro países: i) Reino Unido com 9,9 GW; ii) Alemanha com 7,5 GW; China com 5,9 GW; e iv) Dinamarca com 1,7 GW (IRENA, 2020a).

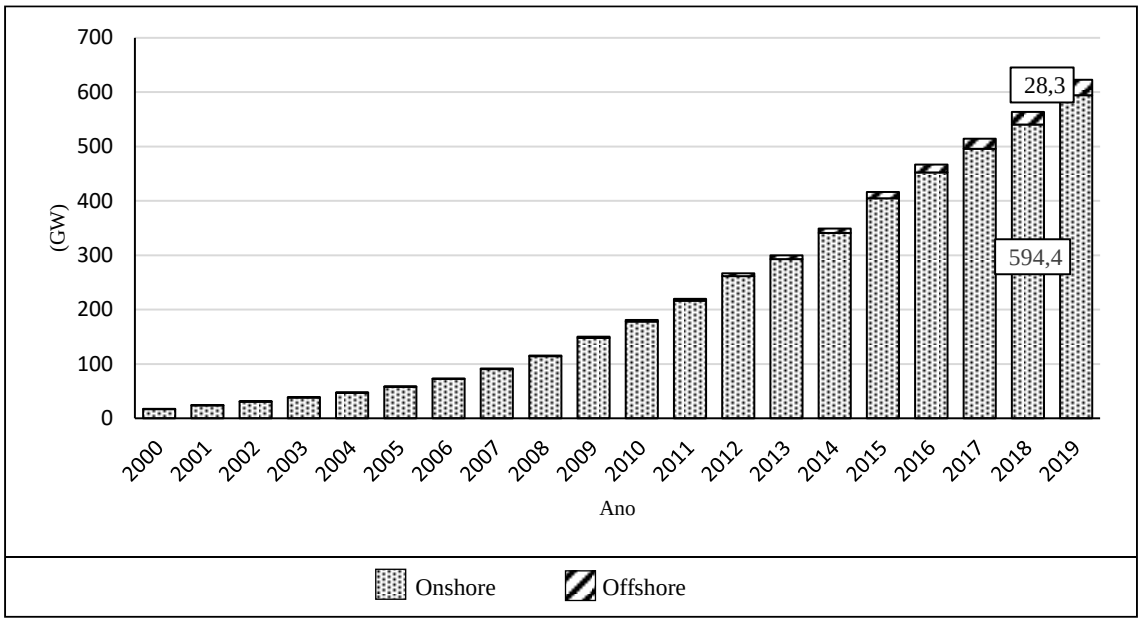


Figura 7 Evolução da capacidade instalada em energia eólica onshore e offshore mundial.
Fonte: elaboração própria a partir de IRENA (2020a).

Observando-se a energia eólica em nível regional, tomando o decênio de 2008 a 2018, o crescimento global da capacidade instalada em energia eólica foi de 388%, num incremento de 447,63 GW. A maior parte desse crescimento ocorreu na Ásia, com 208,21 GW ou 47% do total, seguido da Europa com 117,33 GW ou 26% do total, a América do Norte com 85,02 GW ou 19% do total, a América do Sul com 18,65 GW ou 4% do total e os demais países com 18,42 GW ou 4% do total (IRENA, 2020a). A Figura 8 ilustra esse quadro.

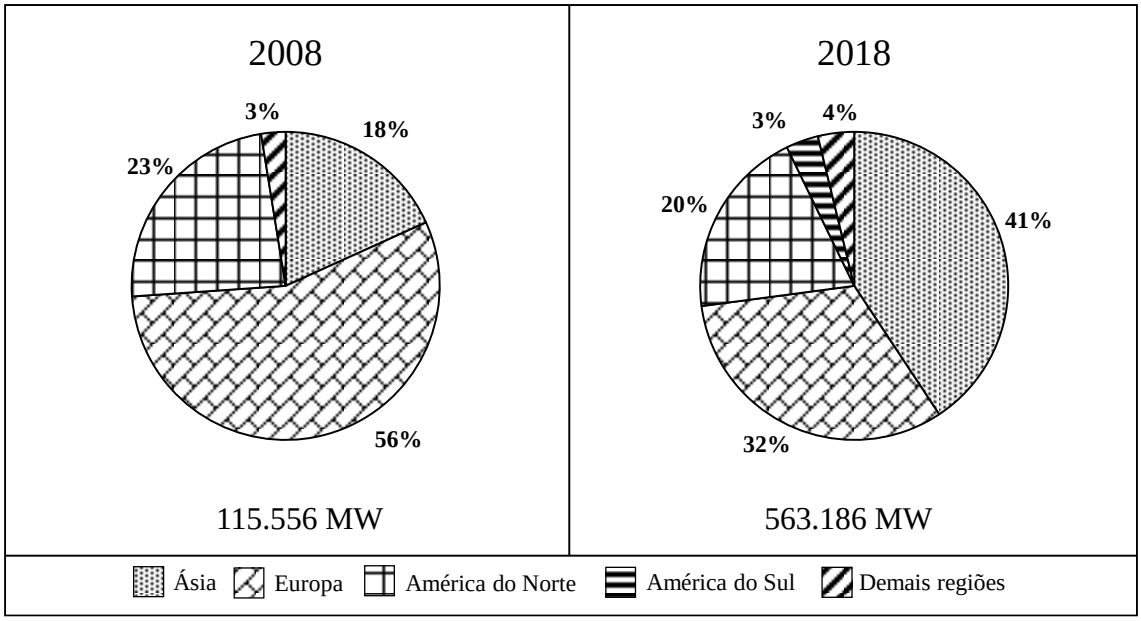


Figura 8 Evolução da capacidade instalada em energia eólica mundial no plano regional, para o período de 2008 a 2018.
Fonte: elaboração própria a partir de IRENA (2020a).

Ao detalhar a análise regional sobre o aumento recente na capacidade instalada em energia eólica, examinado o decênio 2008-2018, verifica-se que este foi concentrado na iniciativa de alguns países, mesmo considerando a expansão global das instalações eólicas. A Tabela 5 mostra a decomposição da capacidade instalada por países, na qual é apresentada a situação dos dez países com a maior planta de energia eólica, que juntos, em dados de 2018, correspondiam a 84% do total global. Dessa forma, o crescimento verificado na Ásia foi influenciado principalmente pela China e Índia. A China, que em 2008 participava com 7,3% da capacidade total instalada, teve um grande salto de 2.102%, alcançando a marca de 184,66 GW, isto é, em dez anos acrescentou 176,27 GW em instalações eólicas a sua matriz elétrica, passando a apresentar 33% de toda a capacidade global em 2018. A Índia, no decênio em questão, acrescentou 25,05 GW a sua matriz elétrica com energia eólica, chegando em 2018 a uma participação de 6% do total global. China e Índia tinham 96% da capacidade instalada na Ásia em 2018.

Tabela 5 Capacidade instalada de energia eólica global e por países (GW).

#	País ou Região/Ano	2008 (GW)	2018 (GW)	Δ (%)	Participação em 2018 (%)
	Mundo	115,56	563,82	388%	100%
1	China	8,39	184,66	2.102%	33%
2	Estados Unidos	24,65	94,42	283%	17%
3	Alemanha	22,79	58,84	158%	10%
4	Índia	10,24	35,29	245%	6%
5	Espanha	16,56	23,41	41%	4%
6	Reino Unido	3,45	21,77	532%	4%
7	França	3,40	14,90	338%	3%
8	Brasil	0,40	14,83	3.627%	3%
9	Canadá	2,34	12,82	449%	2%
10	Itália	3,53	10,23	190%	2%
	Demais países	19,82	92,65	368%	16%

Fonte: elaboração própria a partir de IRENA (2020a).

A Europa foi a região onde primeiro se desenvolveu a indústria eólica, marcadamente na Dinamarca e posteriormente na Alemanha e Espanha, impulsionadas pelos incentivos recebidos para essa expansão. Com uma menor dimensão do seu mercado de eletricidade, a Dinamarca encontrou nos mercados dos Estados Unidos e Alemanha o espaço para crescimento da sua indústria de equipamentos eólicos, a partir dos anos 1980. Dessa forma, conforme se verifica na Tabela 5, dos 10 países com maior capacidade instalada em 2018, cinco deles estão na Europa. Com um incremento de 117,33 GW no período em questão, cerca de 67% desse aumento na Europa deu-se na Alemanha, Espanha, Reino Unido, França e Itália. Logo, 38,91 GW foram instalados em outros países europeus no período, indicando uma difusão das instalações em países como

Suécia, Polônia, Romênia, Dinamarca, Bélgica, Irlanda, Portugal, Holanda, Finlândia, Grécia e Bulgária.

Na América do Norte a maior parte das instalações eólicas concentrou-se nos Estados Unidos. Após a primeira grande onda de instalações nos anos 1980 e 1990, o país mantém o seu processo de expansão, aumentando sua capacidade instalada no decênio 2008-2018 em 69,77 GW. Outros 15,25 GW de crescimento na região localizam-se no Canadá com 10,48 GW e México com 4,77 GW. Na América do Sul, para o decênio em questão, o aumento de capacidade no Brasil perfez 77,4% do crescimento que houve na região. Além do Brasil, o Uruguai, o Chile e a Argentina tiveram os maiores incrementos. Uruguai e Chile 1,50 GW cada um, e Argentina 0,72 GW. Quanto às demais regiões mencionadas na Figura 8, os 18,42 GW de incremento verificados localizam-se na Turquia com 6,64 GW, Austrália com 4,24 GW, África do Sul com 2,09 GW, Marrocos com 1,11 GW e Egito com 0,74 GW. Esses países concentram 80% do total de incremento nas demais regiões.

A Tabela 6 mostra o total de capacidade instalada adicionado em energia eólica para os dez países com maior capacidade instalada em GW, para o mundo e para os demais países, considerando o período de 2008 a 2019. Nela se pode observar também a adição de capacidade para as instalações eólicas offshore. Percebe-se, no caso de adição total de capacidade, que países como Espanha, Canadá e Itália têm taxas decrescentes, influenciados por fatores como os efeitos da crise econômica de 2008 e incertezas sobre o desenvolvimento da indústria (GWEC, 2010, 2013, 2014). Globalmente nota-se que o impulso tomado de novas adições, considerando o período de 2008-2019, não se acelera. De acordo com a Tabela 6 e considerando-se uma média móvel de três anos até o ano de 2019, os países que apresentaram crescimento na adição de capacidade instalada foram: China; França; Reino Unido; e Demais Países – além dos aqui postos em análise. Por sua vez, apresentaram decrescimento: Alemanha; Brasil; Canadá; Estados Unidos; Índia; e Itália. Constata-se que globalmente há um decréscimo nas adições de capacidade instalada em energia eólica, sendo tal fato indicador de redução no dinamismo que se verificou no início da década de 2010.

Tabela 6 Adição de capacidade instalada para países ou regiões selecionadas, em GW, no período de 2001 a 2019, taxa anual de adição de capacidade em GW e coeficiente de determinação.

	Região / Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ (%)	R^2
Total	Mundo	24,0	34,6	30,7	39,2	46,9	33,0	49,4	67,0	50,6	47,6	49,4	58,9	6,8	0,65
	China	4,2	9,2	12,0	16,7	15,2	15,1	20,1	34,2	17,5	15,9	20,3	25,8	11,8	0,58
	EUA	8,1	9,6	4,8	6,5	13,4	0,9	4,3	8,3	8,7	6,3	6,8	9,2	0,6	0,00
	Alemanha	0,7	2,9	1,2	1,8	2,3	2,5	5,1	6,0	4,9	6,1	3,3	2,0	12,2	0,38
	Índia	2,4	0,7	2,3	3,0	1,1	1,1	4,0	2,6	3,6	4,1	2,4	2,2	7,1	0,2
	Espanha	1,7	2,6	1,5	0,8	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,2	-20,9	0,13
	R. Unido	1,0	1,0	1,0	1,2	2,4	2,3	1,8	1,2	1,8	3,5	2,2	2,4	9,4	0,57
	França	1,2	1,2	1,3	0,8	0,8	0,5	1,0	1,1	1,3	1,9	1,4	1,4	3,3	0,13
	Brasil	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,3	2,7	2,7	2,5	2,2	2,5	0,5	25,7	0,55
	Canadá	0,5	0,9	0,7	1,3	0,9	1,6	1,9	1,5	0,8	0,4	0,4	0,6	-3,4	0,06
	Itália	0,8	1,4	0,9	1,1	1,2	0,4	0,1	0,5	0,2	0,4	0,5	0,5	-10,7	0,36
	Demais países	3,3	4,8	4,7	5,3	7,7	8,0	8,3	8,8	9,3	6,6	9,3	12,2	9,6	0,77
Onshore	Mundo	23,7	33,9	29,8	38,4	45,3	31,2	48,1	63,8	47,9	43,1	44,6	54,2		
	China	4,2	9,2	11,9	16,6	15,2	15,0	20,1	34,1	16,5	14,5	18,5	24,5		
	EUA	8,1	9,6	4,8	6,5	13,4	0,9	4,3	8,3	8,7	6,3	6,8	9,2		
	Alemanha	0,7	2,9	1,1	1,7	2,2	2,3	4,7	3,7	4,0	4,9	2,3	0,9		
	Índia	2,4	0,7	2,3	3,0	1,1	1,1	4,0	2,6	3,6	4,1	2,4	2,2		
	Espanha	1,7	2,6	1,5	0,8	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,1		
	R. Unido	0,8	0,6	0,6	0,7	1,3	1,6	1,0	0,6	1,6	1,8	1,0	0,6		
	França	1,2	1,2	1,3	0,8	0,8	0,5	1,0	1,1	1,3	1,9	1,4	1,4		
	Brasil	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,3	2,7	2,7	2,5	2,2	2,5	0,5		
	Canadá	0,5	0,9	0,7	1,3	0,9	1,6	1,9	1,5	0,8	0,4	0,4	0,6		
	Itália	0,8	1,4	0,9	1,1	1,2	0,4	0,1	0,5	0,2	0,4	0,5	0,5		
	Demais países	3,1	4,5	4,3	5,3	7,5	7,3	8,3	8,5	8,6	6,4	8,5	11,7		
Offshore	Mundo	0,4	0,7	0,9	0,7	1,6	1,8	1,3	3,2	2,6	4,5	4,8	4,7		
	R. Unido	0,2	0,4	0,4	0,5	1,2	0,7	0,8	0,6	0,2	1,7	1,2	1,7		
	Alemanha	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	2,3	0,9	1,3	1,0	1,1		
	China	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,9	1,3	1,8	1,3		

Fonte: elaboração própria, a partir de GUJARATI (2000, p. 159) e IRENA (2020a).

Com relação à exploração eólica offshore, nota-se que esta vem ganhando impulso do ponto de vista global, mas restringe-se a poucos países, fenômeno que se explica por seus elevados custos e dificuldades tecnológicas, apesar das previsões otimistas quanto a sua expansão futura. Esse tipo de exploração aponta para menores problemas de aceitação em relação ao aproveitamento onshore, por não implicar ocupação de terras, menor interferência com outras atividades econômicas, expectativa de menores impactos na avifauna, dentre outros aspectos. No entanto, há que se considerar possíveis problemas advindos de uma ocupação marinha mais intensa.

Registre-se o fato de que no decênio 2008-2018 foram acrescentados 447,63 GW de capacidade instalada oriundos de fonte eólica no mundo, um grande incremento que certamente contribui para a modificação da matriz energética global. Deste acréscimo, 4,4 GW são provenientes de explorações eólicas offshore, cerca de 1% do total. Apesar de ainda inexpressivo, o ramo offshore tende a crescer, pela própria dinâmica da transição energética, e por apontar para um mercado mais amplo, que inclui vários ramos da engenharia marinha.

Os dados de novas instalações eólicas disponíveis mostram um certo arrefecimento na onda de expansão recentemente verificada. Novo impulso à energia eólica poderá vir por uma reconfiguração geopolítica, que encare as resoluções do Acordo de Paris sobre mudança do clima, e acelere a transição energética para o modelo de exploração majoritariamente calcado no uso da eletricidade.

Assim, a partir dos dados apresentados, observa-se que a energia eólica apresenta atrativos que a distinguem das fontes fósseis e mesmo de outras fontes renováveis, especialmente no que concerne ao atual momento de enfrentamento das mudanças climáticas. No entanto, há que se considerar que sua exploração implica em impactos não desprezíveis ao meio ambiente e ao ambiente socioeconômico, que precisam ser avaliados para que seus efeitos possam ser mitigados em propostas de políticas energéticas. Verificou-se no período recente vigorosa expansão de parques eólicos não só nos países que tradicionalmente já possuíam alguma infraestrutura eólica, mas como um fenômeno que se espraia globalmente.

2.2 OS MECANISMOS DE INCENTIVOS

Nos Estados Unidos, no estado da Califórnia, ocorreu a primeira implantação em massa de parques eólicos, em fins da década de 1970. Segundo GIPE (1995, p. 31), a excelente qualidade dos ventos e a abundância de terras baratas à época favoreceram os desenvolvimentos eólicos. Em 1978 o Congresso dos EUA aprovou o National Energy Act – NEA –, com o objetivo de encorajar a conservação e o desenvolvimento dos recursos energéticos naturais nacionais. Este incluiu provisões que abriram o mercado para produtores de energia independentes, permitindo a geração privada de eletricidade. Um importante componente do NEA foi o Public Utility Regulatory Policies Act – PURPA –, que garantiu um mercado para a eletricidade gerada pelos produtores

independentes. Ressalte-se que na década de 1970 a demanda por eletricidade na Califórnia crescia à taxa de 7% a.a., e com o choque de 1973 as concessionárias de eletricidade tinham como opção imediata a adoção de plantas a carvão a fim de atender à demanda. Como não podiam atender dessa forma, as concessionárias precisaram recorrer à crescente demanda pelo acionamento de plantas de companhias independentes qualificadas pelo PURPA. Havia incentivos fiscais federal e estadual, que no conjunto chegavam a 50%, o que provocou uma onda de investimentos em energia eólica e solar, que atraíram cerca de 50.000 investidores (GIPE, 1995, p. 30).

Ainda de acordo com GIPE (1995), em 1984 foi criado o instrumento Interin Standard Offer Number 4 – ISO4 – para determinar os custos de longo prazo evitados pela não construção de plantas movidas a carvão. Seus contratos de venda de eletricidade consistiam em duas partes: uma de preço fixo por um período de 10 anos; outra num período de 20 anos com preço flutuante. Como resultado, em meados da década de 1990 havia uma capacidade instalada de 1.700 MW, que gerava cerca de 3 TWh a.a., em três grandes aglomerados de parques eólicos: Altamont Pass ao norte de São Francisco; e Tehachapi e San Gorgonio Pass, próximos a Los Angeles. Os instrumentos de incentivos expiraram em 1995 e não foram mais renovados, e os investimentos em novas instalações na Califórnia perderam atratividade.

Na Europa os primeiros programas de incentivo à expansão da energia eólica datam do início dos anos 1990, tendo destaque a Dinamarca, a Alemanha, a Holanda e o Reino Unido. Na Dinamarca ocorreu o primeiro grande desenvolvimento da indústria eólica, sendo o país responsável por quase 50% das turbinas que equiparam o sistema montado na Califórnia. Em 1992 a Dinamarca produzia 40 MW em capacidade de turbinas eólicas, e exportava 120 MW, principalmente para os Estados Unidos. Já na Alemanha, a energia eólica ganhou mais impulso após o processo de reunificação ocorrido no início dos anos 1990, e o aproveitamento dos melhores ventos nas regiões da Baixa Saxônia e Schleswig-Holstein. A criação do *Deutsche Gesellschaft für Windenergie* – DEWI – reforçou o compromisso com a expansão e o desenvolvimento da tecnologia. Em 1995 a capacidade instalada alcançava 700 MW, obtida com equipamentos provenientes da Dinamarca e da nascente indústria alemã de equipamentos eólicos. A Holanda alcançou a capacidade de 100 MW em 1992, mas teve um desenvolvimento mais lento que a Dinamarca e a Alemanha, devido principalmente à alta densidade populacional. O Reino Unido, em que pese ter sítios com melhores condições

para a produção de energia eólica, não alcançou as mesmas cifras que os países anteriormente mencionados (GIPE, 1995).

Os anos 1990 foram de expansão do mercado de energia eólica e consolidação do aprendizado da tecnologia. Havia uma expectativa de que o aumento do uso de energia eólica e outras energias renováveis poderia impulsionar o crescimento econômico, gerar oportunidades de emprego, reforçar a segurança nacional, proteger os consumidores de picos de preços ou escassez de oferta associados aos mercados globais de combustíveis, e reduzir as emissões de gases que intensificam o efeito estufa. Percebe-se, portanto, uma relativa maturidade da experiência de constituição do mercado de energia eólica, o qual tem experimentado grande crescimento neste século, superando outras formas recentes de tecnologias renováveis, como a solar fotovoltaica, células de combustível e energia das ondas, por exemplo (HARBORNE e HENDRY, 2009; SAIDUR *et al.*, 2010).

Várias políticas têm sido postas em ação a fim de promoverem o uso de energias renováveis. Para ABOLHOSSEINI e HESHMATI (2014), os três principais mecanismos de apoio à expansão das fontes de energia renováveis são: as Tarifas Feed-in – FIT –; os incentivos fiscais, o que inclui subsídios e dedução de impostos; e os Certificados Verdes comercializáveis. As FIT são baseadas em preços, e visam acelerar o investimento em energias renováveis, seja por meio de taxa fixa maior do que o preço de mercado, ou como uma marcação que é adicionada ao preço de mercado corrente. Até 2012, 109 países já tinham se utilizado de algum tipo de política de incentivo baseada em FIT, 65 deles de forma plena.

No que concerne aos incentivos fiscais, a isenção fiscal tem sido usada como um estímulo para aumentar a participação de energias renováveis em muitos países, da mesma forma que créditos fiscais também podem ser utilizados. Além disso, pode-se lançar mão de política fiscal para estimular a redução do consumo de combustíveis fósseis, como a instituição de imposto de carbono. O mecanismo de certificados verdes comercializáveis são o esteio do Renewable Portfolio Standard – RPS –, que se baseia em quantidades, e requer que as empresas aumentem a energia gerada por fontes de energia renovável, obrigando as concessionárias de energia a ter uma participação percentual específica em energia renovável. Com isso, recebem um certificado comercializável para cada unidade de MWh de energia gerada (ABOLHOSSEINI e HESHMATI, 2014).

AQUILA *et al.* (2017) diferenciam as estratégias de alavancagem de mercados de energias renováveis em termos de curto prazo e longo prazo. As principais estratégias de

curto prazo são: os subsídios diretos; a isenção de impostos para projetos que utilizem fontes de energia renovável; e a taxação com impostos para uma certa quantidade de emissões de CO_2. As de longo prazo são: as FIT; os leilões; e os sistemas de cotas. Esses autores ressaltam que todas as políticas governamentais para a promoção de fontes de energia renovável envolvem combinações de estratégias de curto e longo prazos. Mostram ainda como vantagens para os produtores de energia inseridos em um programa baseado em FIT: i) a garantia de conexão ao sistema elétrico interligado, geralmente por meio de regras padronizadas e transparentes; ii) prioridades quanto aos direitos de conexão e distribuição, considerando o decurso de tempo no processo de conexão ao sistema de transmissão; iii) garantia de compra da energia produzida, que pode vir acompanhada de regras para evitar cortes na interrupção da oferta de energia; e iv) contratos de longo prazo de duração, evitando que a volatilidade do mercado comprometa a perspectiva de receitas dos projetos.

NICOLINI e TAVONI (2017) argumentam que as FIT garantem um mercado estável e seguro para investidores, aumentando o seguro contra a volatilidade do preço da eletricidade e a melhoria no acesso ao mercado para investidores e participantes. Como limitações das FIT, indicam: i) distorção nos preços da eletricidade; ii) o não enfrentamento direto dos custos iniciais das tecnologias de energias renováveis; e iii) o não encorajamento da competição direta de preço entre desenvolvedores de projetos. Atualmente, devido a custos crescentes e limitações nos orçamentos públicos, tais mecanismos vêm sendo desencorajados (NICOLINI e TAVONI, 2017).

No sistema de licitação de leilões, o governo convida os produtores de energia renovável para competirem em uma certa base orçamentária ou capacidade de geração, em que o lance de menor preço por kWh é contratado e recebe subsídio. Por motivar a competição entre diferentes fontes e produtores, sua implementação pode resultar em redução de custos (AQUILA *et al.* 2017). Por sua vez, DEL RÍO e TARANCÓN (2012) apresentam vantagens das estratégias FIT que estão presentes nos sistemas de leilões: a garantia de receita de longo prazo para os produtores de energias renováveis; e que os reguladores têm permissão para saber o suporte oferecido com antecedência. Como vantagens em relação às estratégias FIT, os autores mostram que os leilões lidam melhor com o problema da informação assimétrica, trazendo certa eficiência ao mecanismo, pois previne os produtores de energia renovável de serem pagos com receitas excessivas. Quanto a desvantagens em relação às estratégias FIT, pontuam que os leilões oferecem

menos garantias aos produtores, além do risco de que valores muito baixos, obtidos na licitação, não reflitam o custo da tecnologia.

Já no sistema baseado em cotas, há que se ter uma certa quantidade de energia elétrica gerada por fontes de energia renováveis. Nele não há garantia de compra de energia por parte do governo, sendo o mercado privado responsável por absorver a energia gerada. O RPS é a principal categoria de mecanismos relacionados a sistemas de cotas. Apesar de depender fortemente do investimento privado, o RPS conta com apoio do governo para estabelecer cotas de produção de fontes renováveis. A eletricidade proveniente dessas fontes é medida e certificada por uma autoridade de certificação, geralmente controlada por uma agência governamental. AQUILA *et al.* (2017) argumentam não ser recomendável a alavancagem de fontes de energia renovável por meio do sistema de cotas em países em desenvolvimento, pela falta de contratos padronizados, o que cria custos de transação e processos de licitação burocratizados. Para NICOLINI e TAVONI (2017), os sistemas de certificados garantem uma forte regulação da capacidade de desenvolvimento, e apresentam custos menores que os financiamentos públicos de FIT. Como limitações, apontam: i) geralmente não distinguem os incentivos por tecnologias; ii) promovem tecnologias maduras; iii) não favorecem novas, e mais caras, tecnologias; e iv) são menos atrativos para investidores devido às flutuações de mercado.

No que concerne às experiências em políticas de incentivos à expansão de energias renováveis, com destaque nesta tese para a energia eólica, tomam-se os casos de alguns países selecionados: Alemanha; Dinamarca; Espanha; Reino Unido; Estados Unidos; China e Brasil.

A Alemanha provavelmente é o exemplo de experiência mais bem-sucedida na utilização de FIT para projetos de energia eólica. Tal desenvolvimento atraiu principalmente fabricantes dinamarqueses de equipamentos para energia eólica como Bonus, Vestas e Nordtank, além de contribuir para o desenvolvimento de empresas alemãs na área, como a Enercon (LIPP, 2007). O autor identifica alguns fatores que contribuíram para esse sucesso: i) subsídio para pesquisa e desenvolvimento; ii) política de compra de volta, similar à praticada na Dinamarca; iii) altos retornos para as concessionárias. Segundo LIPP (2007), na Alemanha ocorreu redução da remuneração paga ao produtor ao longo do tempo, asseverando alta competitividade aos fabricantes, fazendo também o programa FIT menos oneroso ao consumidor final. As políticas

baseadas em FIT também contribuíram significativamente para a geração de empregos derivados do setor na Alemanha (AQUILA *et al.*, 2017).

A Dinamarca adotou várias estratégias para promover a energia eólica em seu território, desenvolver sua indústria de equipamentos e desenvolver seu mercado. A vulnerabilidade constatada com a crise de 1973, em que 90% da eletricidade do país provinha do petróleo, despertou a necessidade de planejar a produção e uso da energia em novas bases. Dentre as alternativas representadas pela energia nuclear e o gás natural, a energia eólica foi a opção mais adequada. A base de conhecimento advinda dos desenvolvimentos de aerogeradores ao longo do século XX teve papel importante nas estratégias para os desenvolvimentos seguintes em energia eólica. Segundo MEYER (2004), na Dinamarca foram adotadas as seguintes estratégias para a energia eólica: i) apoio governamental de longo prazo para pesquisa, desenvolvimento e demonstração, o que permitiu a constituição de um percurso técnico seguro, possibilitando o aumento gradual do tamanho das turbinas desenvolvidas; ii) testes nacionais e certificação de turbinas, com a criação do Risø National Laboratories em 1978, aumentando a credibilidade da indústria nacional; iii) elaboração de um atlas de potencial eólico, com apoio governamental; iv) adoção de políticas baseadas em FIT e regulações; v) oferecimento de subsídios para investimentos; vi) elaboração de planejamento e estabelecimento de metas governamentais para energia; e vii) o estímulo à propriedade local de aerogeradores e cuidados na seleção de locais para os parques eólicos.

Juntamente com a Alemanha, a Espanha é exemplo de sucesso na implementação de FIT, cujos aspectos mais visíveis são o grande aumento verificado na capacidade instalada de energia eólica, e o fortalecimento de uma indústria de equipamentos eólicos. A partir de instrumentos legais editados desde o início dos anos 1980, um mercado de energias renováveis foi se desenvolvendo. Segundo MENDONÇA (2007), Alemanha e Espanha foram os países exemplos de sucesso na implementação de fontes alternativas de energia na Europa. O autor mostra semelhanças e diferenças de implementação dos sistemas FIT entre os dois países. Dentre as semelhanças, destaca que as FIT: i) são suplementadas por um amplo arranjo de medidas de apoio, particularmente deduções de impostos para investimentos em energias renováveis; ii) empréstimos facilitados, com condições estáveis de financiamento; e iii) incentivos de investimentos para algumas tecnologias. Tais medidas ajudaram a conferir estabilidade nos investimentos. Algumas diferenças apontadas são: i) a estrutura das tarifas, em degrau na Alemanha e plana na Espanha; ii) a diminuição temporal das tarifas na Alemanha, baseada no conceito de

aprendizado tecnológico, ao passo que na Espanha adotou-se ajustes anuais pra cima ou pra baixo; iii) a existência na Espanha da tarifa prêmio; iv) diferenças culturais, com os alemães assumindo maior cota de sacrifício pessoal em apoio aos ganhos ambientais, estando os espanhóis mais afastados desse compromisso (MENDONÇA, 2007).

O Reino Unido possui o maior potencial eólico entre os países da Europa, e utilizou sistema de cotas para promover a inserção de energias renováveis em sua matriz (GIPE, 1995, p. 42). Na onda de privatizações das empresas de eletricidade, foi criada em 1990 a Non-Fossil Fuel Obligation – NNFO –, com o objetivo de obrigar as companhias regionais de eletricidade a proverem uma parte da sua oferta por fontes não fósseis, mirando a energia nuclear, garantindo preço maior por isso. Como as energias renováveis também eram não fósseis, eólica em especial, o mecanismo acabou por contribuir com metas para implantação de sistemas de energia eólica. O mecanismo vigorou durante os anos 1990, sendo renovado como Renewable Obligation – RO – em 2002. Este era constituído de metas para os produtores de eletricidade comprarem percentuais oriundos de fontes renováveis, começando por 3% até 2003, e chegando até 10,4% em 2011 (MITCHELL *et al.*, 2006). BUTLER e NEUHOFF (2008) comparam as implementações na Alemanha e no Reino Unido, e afirmam que o nível de instalações na Alemanha é muito maior em relação ao do Reino Unido em termos de capacidade instalada, atribuindo isso à limitação de procedimentos e custos no Reino Unido. Segundo MITCHELL *et al.* (2006), o Reino Unido promoveu mecanismos baseados em mercado com o objetivo de desenvolver as energias renováveis ao menor custo para o consumidor, com a crença de que esta seria a mais eficiente maneira de produzir tecnologias competitivas. Os autores compararam as estratégias de promoção de renováveis dos dois países na perspectiva dos riscos de preço, de volume e de equilíbrio. Nessa perspectiva, concluíram que, como a redução do risco é um importante critério para avaliar mecanismos de apoio, a partir de riscos de preço, volume e equilíbrio, o sistema FIT é o mais indicado para prover tal redução de risco. Dessa forma, como a redução do risco diminui o custo do capital, esta é também uma forma de aumentar a eficiência de um mecanismo de apoio, e que embora o sistema FIT não seja o mais eficiente no curto prazo, no longo prazo a estabilidade por ele proporcionada leva a uma maior eficiência.

Nos Estados Unidos a energia eólica vem sendo apoiada por diversas formas de subsídios, em nível federal e nos estados. Segundo SHRIMALI *et al.* (2015), após a experiência da Califórnia nos anos 1980, onde se utilizaram créditos fiscais para a promoção de investimentos em energia eólica, em nível federal a edição do Energy Policy

Act em 1992 mudou os créditos fiscais de investimentos para créditos fiscais para a produção. Com crédito de 1,8 a 2,2 centavos de dólar por kWh, esta medida impulsionou a implantação de energia eólica no país. Pelo fato de estes incentivos terem precisado passar por várias reedições legislativas, os autores mostram que tal fato trouxe significativa incerteza regulatória, sendo responsável por ciclos de expansão e queda na implementação dos parques. As políticas nos estados incluíram: i) a RPS; b) opções de energia verde obrigatórias, que permitem aos consumidores poderem comprar eletricidade de fontes renováveis; c) fundos de energia limpa; e iv) compra de energia renovável pelos estados. Os créditos fiscais de produção aumentaram a implantação anual de energia eólica em cerca de 15 MW por estado, por ano, proporcionando aumento de 1.400 MW de capacidade instalada anualmente no país (SHRIMALI *et al.* 2015).

Já a China é o país que vem exibindo as maiores taxas de crescimento de capacidade instalada, sendo também o país com a maior capacidade instalada, tendo alcançado 229.6 GW em 2019, equivalendo a 37% da capacidade mundial (GWEC, 2020). De trajetória recente, o desenvolvimento da energia eólica na China tem como marco inicial a edição, em 1995, do New Energy and Renewable Energy Development. Desde então, o governo da China tem lançado várias medidas de promoção da energia eólica no país, como em 2006, ao lançar o Renewable Energy Law, que provê um quadro legal para o desenvolvimento da energia eólica no país. Como resultado, no período 2005-2010 a China manteve taxa de crescimento da capacidade instalada em 100% a.a., chegando em 2017 a 188 GW. Em 2009 o Renewable Energy Amendment Act, lançado pelo Congresso Chinês, estabeleceu uma implementação nacional da aquisição completa garantida de renováveis, e anunciou o índice mínimo de empresas no *grid* para aquisição da energia gerada. Esse quadro institucional levou também a: i) desenvolver fornecedores de energias renováveis; ii) melhorar a infraestrutura energética; iii) garantir a segurança energética e proteger o meio ambiente; iv) adoção de preços preferenciais; v) contratos de compra de energia; e vi) arranjos de compartilhamento de custos (DAI *et al.* 2018; SAHU, 2018). Diante do alto desenvolvimento já alcançado, XIN-GANG *et al.* (2014) propõem a adoção de RPS para a China e a eliminação de barreiras à expansão da indústria de geração de energias renováveis em cinco aspectos: i) o desenvolvimento regional desigual; ii) as barreiras da escala na indústria de energias renováveis; iii) o atraso na construção do *grid*; iv) a falta de um mercado de base; e v) os mecanismos de incentivo e supervisão inadequados.

No Brasil foi implementado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA – pelo governo federal em 2003, motivado pelos efeitos da crise de abastecimento de energia elétrica de 2001. Esta política pública teve como objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por produtores independentes autônomos, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas – PCHs – e biomassa. O PROINFA utilizou o mecanismo de incentivo do tipo FIT, com valores específicos para a energia vendida por cada tipo de fonte por 20 anos. O programa contratou 54 projetos, que totalizavam uma potência de 1.422,99 MW.

Em seguida ao PROINFA, a partir de 2009, foi instituído um sistema de leilões para compra de energia elétrica no ambiente regulado do mercado de eletricidade brasileiro. Com o modelo híbrido para o sistema elétrico iniciado em 2004, não só a contratação da energia já existente – hidrelétricas, termelétricas, nuclear –, mas também a expansão da oferta de energia, seja por formas já tradicionais ou pelas novas energias renováveis, se daria por leilões. Com os leilões, o Brasil obteve uma grande expansão em capacidade instalada de energia eólica, tendo alcançado, em 2019, 19,7 GW de capacidade em energia eólica acumulada contratada (ANEEL, 2020a).

A especificidade da situação brasileira, com financiamento estatal pela via do BNDES, atraiu nessa fase grandes fabricantes estrangeiros para implantarem bases de montagens dos aerogeradores, agregadas a exigências de conteúdo local para liberação de financiamento. Tais aspectos serão objeto de discussão em seguida nesta tese.

2.3 A ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

No Brasil, as primeiras experiências de energia eólica datam dos anos 1970. Inicialmente em caráter experimental de pequena amplitude, e, posteriormente, mas de forma tímida, em caráter comercial, serviu de aprendizado sobre a incipiente tecnologia no país. Destaca-se o projeto do IEA-CTA em São José dos Campos/SP, de 1973 a 1983, onde foram construídos e ensaiados 15 protótipos de aerogeradores e instalação de estações anemométricas. Essas estações serviram para desvendar o potencial eólico brasileiro, especialmente na Região Nordeste. Tais trabalhos pioneiros apresentaram problemas tecnológicos de várias ordens, não tendo os protótipos uma longa duração. Um outro projeto importante foi o DEBRA, acordo de cooperação tecnológica entre o Brasil e a Alemanha, que operou de 1981 a 1983. Seu objetivo era desenvolver um aerogerador

de 100 kW de potência e rotor de 25 m de diâmetro (DUTRA, 2001, p. 75). A partir dos anos 1990 as experiências foram se ampliando, conforme se visualiza na Tabela 7.

Tabela 7 Primeiras experiências de energia eólica no Brasil – Anos 1990.

Ano	Nome / Local	Características elétricas	Características físicas	Observação
1992	Ilha de Fernando de Noronha (PE)	1 turbina de 75 kW	Torre com 23 m de altura, rotor com 17 m de diâmetro.	Experimental. Em 2001 foi instalada uma segunda turbina de 225 kW.
1994	Morro do Camelinho (MG)	1 MW de capacidade instalada	Torre com 30 m de altura, rotor com 29 m de diâmetro.	Experimental.
1996	Mucuripe (CE)	4 Turbinas de 300 kW, capacidade total de 1,2 MW.	Torre com 40 m de altura, rotor com 33 m de diâmetro	Parque atualizado em 2002, com turbinas de 600 kW.
1999	Taíba (CE)	5 MW de capacidade, 10 turbinas de 500 kW, previsão de 17.500 MWh/ano	Torre com 45 m de altura, rotor com 40 m de diâmetro.	1º parque comercial.
1999	Prainha (CE)	10 MW, 20 turbinas de 500 kW, previsão de 35.000 MWh/ano	Torre com 45 m de altura, rotor com 40 m de diâmetro.	Maior parque da América do Sul até aquela data.
1999	Palmas (PR)	2,5 MW, turbinas de 500 kW.	Torre com 45 m de altura, rotor com 40 m de diâmetro.	
_	Ilha de Marajó (PA)	Turbinas de 410 kW, total de 40 MW, 800 kWh/ano.		Sistema combinado com energia solar fotovoltaica de 10,2 kWp.

Fonte: Adaptado de SILVA *et al.* (2005).

Ao longo da fase inicial de desenvolvimento da tecnologia eólica em território nacional, o sistema elétrico brasileiro era completamente estatal e verticalizado. Experimentou uma grande expansão na época da Ditadura Militar, a fim de dar conta do crescimento econômico que lá aconteceu. Com o declínio do governo militar e a concomitante crise fiscal do Estado brasileiro, houve profunda restrição ao investimento no setor elétrico, daí que o atendimento à crescente demanda por eletricidade no país ficou reprimida. O lucro advindo das empresas estatais, não só no setor elétrico como de resto em todas as outras empresas estatais, era em grande parte canalizado para o pagamento da dívida externa do país, sobrando pouco para promover a expansão do sistema (FURTADO, 1983, p.23).

Nos anos 1990, a exemplo do que já ocorria na maioria dos países capitalistas, no Brasil foram criadas as condições políticas para implantar o modelo neoliberal, por meio do governo de Fernando Collor e posteriormente de Fernando Henrique Cardoso. O receituário do Consenso de Washington, patrocinado por agências internacionais como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional, baseado na desregulamentação geral do sistema financeiro e redução da presença do Estado na economia, por meio da

privatização de empresas estatais, dentre outras medidas, teve o setor elétrico como um dos seus alvos. Foram promovidas várias mudanças legais-constitucionais no sentido de se promover uma abertura do setor elétrico ao capital privado e implantar um sistema concorrencial (FILGUEIRAS, 2000, p. 69).

A recuperação tarifária foi uma das medidas tomadas para sanear as empresas e torná-las atraentes para investidores interessados nas privatizações. Dentre as principiais medidas para a estruturação do novo modelo para o sistema elétrico nos anos 1990 destacam-se:

i) a Lei N. 8.987/1995, que regulamentou o art. 175 da Constituição Federal, complementada pela Lei N. 9.074/1995, estabeleceu a obrigatoriedade de licitação das concessões de geração, transmissão e distribuição, e criou as figuras do Produtor Independente e dos Consumidores Livres, além de garantir o seu livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição;

ii) a Lei N. 9.427/1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL –, pela qual o Estado deixaria sua função de produtor e passaria para a regulação do sistema elétrico;

iii) a instituição do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE –, entidade de direito privado sem fins lucrativos, que viabilizaria as transações de compra e venda de energia elétrica entre os agentes, por meio de contratos bilaterais e de um mercado de curto prazo;

iv) a criação do Operador Nacional do Sistema – ONS –, que teria a função de efetuar o planejamento operacional do sistema, programação e despacho de energia.

Como consequência, essa adaptação normativa favoreceu o incentivo à oferta de energia a partir de fontes renováveis, eólica em particular, por agentes privados, sinalizando que estes seriam os responsáveis maiores pela expansão da oferta de energia (SILVA, 2006).

Com esse novo modelo para o sistema elétrico brasileiro, ocorreram mudanças no planejamento da expansão do sistema, de forma a alterar a sua taxa de risco de confiabilidade, por ser predominantemente hidrelétrico. Se antes essa taxa de risco refletia as condições hidrológicas no Brasil, com o novo modelo a taxa de risco passou a flutuar de acordo com as forças do mercado, sendo resultado da resposta da sociedade ao custo do déficit no fornecimento de energia. Com isso, o preço da energia elétrica no MAE passou a refletir o custo do déficit e de capacidade do sistema em proporção a sua

demanda. As oscilações no preço, para um sistema complexo como o brasileiro, acabaram por desestimular a entrada de novos empreendimentos privados no setor.

Como os empreendimentos na geração não ocorreram na mesma proporção do aumento da demanda, criou-se um descompasso entre oferta e demanda de energia elétrica. No início de 1999, após acordo de empréstimo de US$ 41,5 bilhões com o Fundo Monetário Internacional – FMI –, devido ao esvaimento das reservas internacionais pela falta de confiança na economia, o Brasil sofre uma pesada crise cambial que implicou em desvalorização do Real, e no consequente endividamento das empresas, inclusive no setor elétrico. A crise teve reflexos em vários indicadores da economia brasileira. Após o acordo com o FMI e a consequente imposição de um modelo macroeconômico baseado em superávit primário, câmbio flutuante e regime de metas de inflação, houve uma melhora na economia, em que o PIB no ano de 2000 alcançou crescimento de 4,31%. Como não ocorreram os investimentos esperados na expansão do sistema elétrico, a crescente demanda por eletricidade pressionou o sistema que, diante de um quadro hidrológico desfavorável, levou o Brasil a uma crise na capacidade de oferta de energia elétrica em 2001, implicando em racionamento e reflexos negativos na economia (ROSA, 2002, p. 81).

Com a crise de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica estabeleceu, por meio da Resolução N. 24/2001, o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEOLICA –,

> objetivando promover o aproveitamento dessa fonte de energia como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental através de ações que pudessem viabilizar, até dezembro de 2003, a implantação de 1.050 MW de geração elétrica a partir da energia eólica (SILVA, 2006, p. 120).

O programa não conseguiu viabilizar a entrada de novos projetos eólicos, mas favoreceu a entrada de muitas empresas internacionais atuantes no setor eólico, apontando a uma futura regulamentação de caráter mais permanente, de forma a estruturar um mercado para essas energias.

Já o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA –, lançado pelo governo federal em 2003, teve como objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por Produtores Independentes Autônomos – PIA –, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas – PCHs – e biomassa. Trazia iniciativas importantes, como: i) a definição de que o processo de contratação das instalações ocorreria por Chamada Pública; ii) aumentou o tempo de garantia de compra da energia gerada de 15 para 20 anos; iii) elevou o potencial do índice

de nacionalização dos equipamentos a serem utilizados, anteriormente em no mínimo de 50%, para até 90% na segunda fase (SILVA, 2006).

O PROINFA utilizou o mecanismo de incentivo do tipo FIT, que estabelece valores específicos para a energia vendida por cada tipo de fonte por 20 anos. O programa contratou 54 projetos, com uma potência de 1.422,99 MW. Destes projetos, 36 foram para a Região Nordeste – 56% –, sendo 14 no Ceará – 500,53 MW – e 03 no Rio Grande do Norte – 201,1 MW –, que receberam 87% da potência total dos projetos para o Nordeste (SILVA, 2006, p. 118).

Em seguida ao PROINFA, foi instituído um sistema de leilões para compra de energia elétrica no Ambiente Regulado. Com o modelo híbrido para o sistema elétrico iniciado em 2004, não só a contratação da energia já existente – hidrelétricas, termelétricas, nuclear –, mas também a expansão da oferta de energia, seja por formas já tradicionais ou pelas novas energias renováveis, se daria por leilões. As novas energias renováveis foram incluídas em leilões para contratação de energia nova, ou seja, nos leilões de energia de reserva – LER –, leilões de energia nova – LEN – e nos leilões de fontes alternativas – LFA –. Ao todo, no período de 2009 a 2019 foram promovidos 21 leilões para contratação de usinas eólicas. Foram contratados 19.690,21 MW de potência de energia eólica, sendo 30,4% no estado da Bahia, 26,1% no Rio Grande do Norte, 12,1% no Piauí, 10,4% no Ceará, e 9,2% no Rio Grande do Sul. Os 11,2% restantes referem-se aos estados de Pernambuco, Paraíba, Maranhão e Minas Gerais.

Como resultado, aproximadamente 80% da oferta contratada de energia eólica até 2019 estava concentrada em 04 estados brasileiros nordestinos (ANEEL, 2020a). A Figura 9 mostra a evolução da potência contratada nos leilões, em MW, no período de 2009 a 2019, bem como o valor médio anual contratado em R$/MW. Percebe-se um arrefecimento da expansão da capacidade instalada a partir de 2014, quando desde então não mais se alcançou a marca de 2 GW de contratação. Ressalte-se, entretanto, que apesar da ausência de leilões em 2016, nos três últimos anos tem se mantido uma média de 1,5 GW/ano de contratação em leilões de energia eólica.

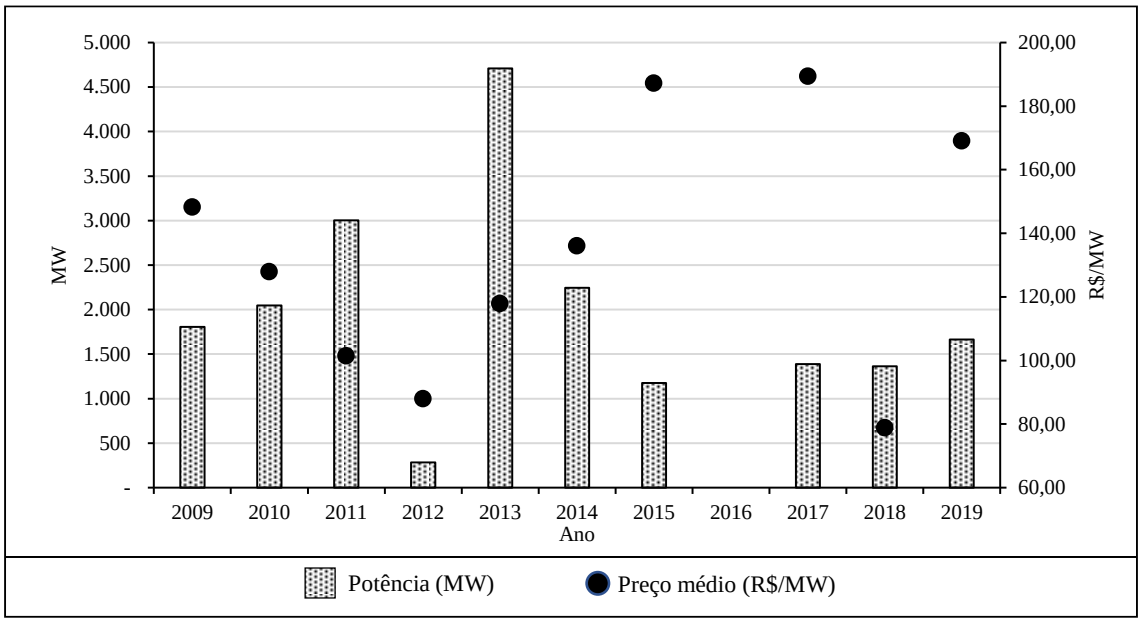


Figura 9 Potência contratada em MW nos leilões de energia eólica promovidos pela ANEEL, entre 2009 e 2019 no eixo esquerdo, e preço médio dos projetos em R$/MW para o mesmo período, no eixo direito.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020).

Após a ocorrência dos leilões, os projetos contemplados passam à fase de construção dos parques eólicos, cujos prazos para operação são estabelecidos nos editais dos leilões. A Figura 10 mostra a evolução da capacidade instalada acumulada em energia eólica no Brasil e a adição de capacidade instalada no período de 2011 a 2019. Nota-se que o Brasil, após a experiência do PROINFA, passou, após os leilões, por um processo de rápida e intensa expansão em sua capacidade instalada de energia eólica.

Apesar de representar apenas 3% da capacidade total global, o Brasil foi durante o período de 2008 a 2018 o país com a mais alta taxa de expansão, fruto do direcionamento governamental para atrair fabricantes internacionais de equipamentos eólicos, disponibilidade de financiamentos em condições favoráveis, regras estáveis para os investidores, além dos imperativos de ordem ambiental em âmbito internacional nos quais o Brasil se insere. Verifica-se, entretanto, a partir de 2015, reduções progressivas na taxa de expansão da capacidade instalada, provavelmente fruto da perda de dinamismo econômico por que passa o país desde então, associado a uma crise político-institucional com reflexos na confiança dos agentes na manutenção de regras de mercado.

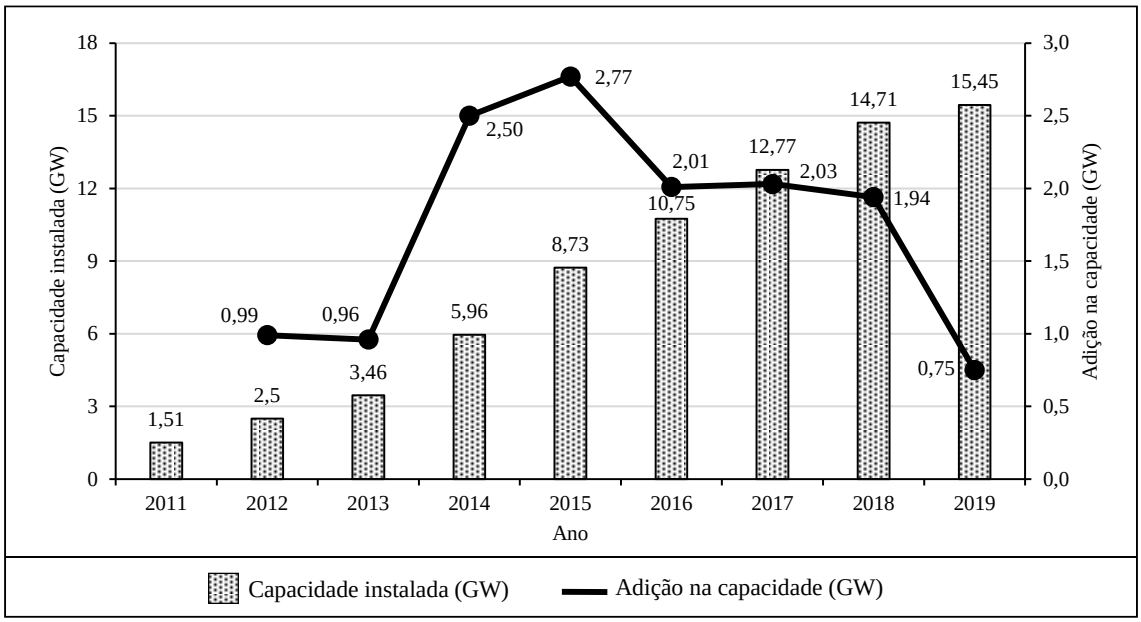


Figura 10 Evolução da capacidade instalada acumulada em GW para energia eólica, no período de 2011 a 2019, no eixo esquerdo, e adição de capacidade instalada em GW para o mesmo período, no eixo direito.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020).

O fator de capacidade é um parâmetro importante ao se analisar a eficiência de um determinado sistema conversor de energia renovável, ao transformar a forma de energia bruta em sua forma aproveitável para utilização. Para BLANCO (2009), o fator de capacidade é o indicador que melhor caracteriza a capacidade de geração de eletricidade de um parque eólico. Segundo FRERIS e INFIELD (2008), o fator de capacidade é usualmente definido como a relação entre a saída de energia anualizada de um sistema, e a saída que poderia ser produzida se esse sistema fosse operado continuamente conforme sua especificação nominal. É comum em sistemas térmicos se alcançar 85 a 90% de fator de capacidade, com pequena diminuição com o uso. No caso de turbinas eólicas, obtém-se fatores de capacidade entre 20% até 40% em média, a depender das condições de oferta de vento no local.

Dessa forma, os atributos tecnológicos do processo de conversão, aliados à escolha do local mais adequado para a coleta do vento, em termos de velocidade e constância, são fatores determinantes para se ter mais eficiência de conversão. Por envolver altos volumes de capital para a sua implantação, a energia eólica requer locais onde o fator de capacidade seja suficientemente elevado, a fim de se obter a maior quantidade de energia elétrica convertida, e consequentemente conferindo maior atratividade e perspectiva de retorno do investimento feito.

A Figura 11 mostra a evolução do fator de capacidade médio das instalações de energia eólica no Brasil para o período de 2012 a 2019. Percebe-se um ganho de eficiência até o ano de 2017, com aumento da média desde 32,4% até 42,9%. A partir de 2017 o fator de capacidade médio tem se mantido em torno de 42%, o que confirma a vocação da região Nordeste, onde está localizada a grande maioria dos parques eólicos, como local propício à produção de eletricidade a partir de aerogeradores (ABEEÓLICA, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019b). Em uma comparação internacional, com dados para o ano de 2014, globalmente o fator de capacidade alcança 27%. Os Estados Unidos apresentaram 35%, a Alemanha 25%, a China 24% (IRENA, 2016).

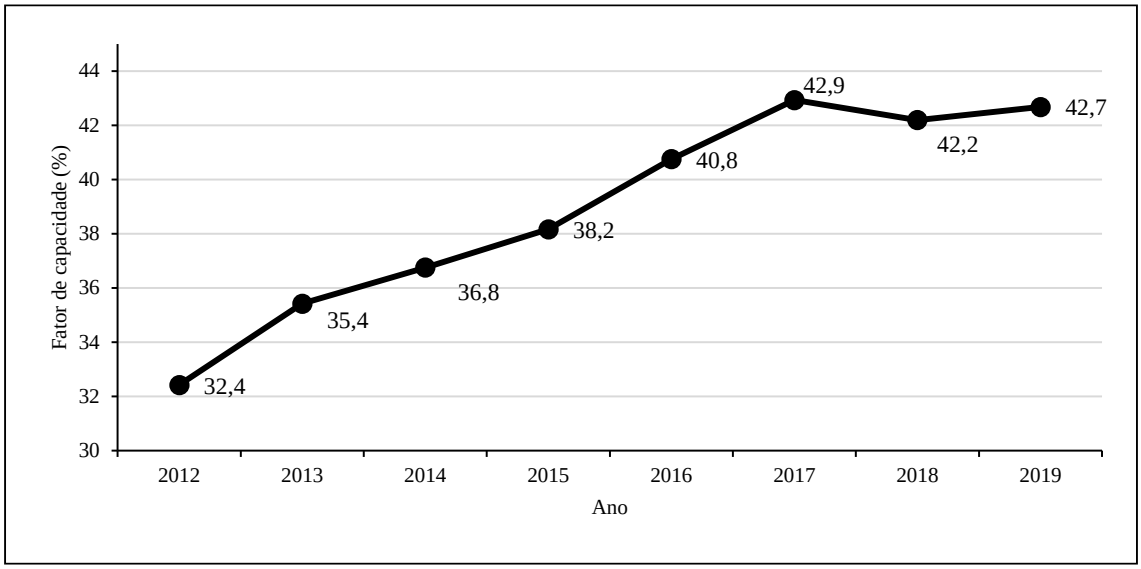


Figura 11 Evolução do fator de capacidade médio para o sistema de energia eólica brasileiro, no período de 2012 a 2019.
Fonte: elaboração própria a partir de ABEEÓLICA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019).

O Balanço Energético Nacional na versão 2019 mostra que a capacidade instalada de geração de eletricidade brasileira é de 170,12 GW, sendo destes 109,06 GW de usinas hidrelétricas, 41,22 GW de termoelétricas, 15,38 GW de eólicas, 2,47 GW de solar, e 1,99 GW de nuclear. Considerando que mais de 36% da geração termoelétrica é oriunda de fontes movidas a biomassa, conclui-se que mais de 80% da matriz elétrica brasileira é movida a fontes de energia renovável. Neste sentido a expansão da energia eólica no país reforça o perfil renovável da matriz elétrica nacional (EPE, 2019).

Por meio da Tabela 8 se observa a distribuição da capacidade instalada de energia eólica no país por regiões e por estados produtores. Nota-se que 77,1% da capacidade instalada localiza-se em quatro estados do Nordeste. A distribuição da energia elétrica fornecida por turbinas eólicas também é mostrada por regiões e estados brasileiros.

Notam-se percentuais próximos quando comparados com as respectivas capacidades instaladas.

Tabela 8 Capacidade instalada em MW e geração elétrica em energia eólica no Brasil, em regiões e estados produtores, no ano de 2019.

Nível territorial		Capacidade instalada		Geração elétrica	
		MW	%	GWh	%
	Brasil	15.378	100,0%	55.986	100,0%
Região	Nordeste	13.247	86,1%	50.072	89,4%
	Sul	2.102	13,7%	5.853	10,5%
	Sudeste	28	0,2%	61	0,1%
Estado	Rio Grande do Norte	4.140	26,9%	14.431	25,8%
	Bahia	4.034	26,2%	17.412	31,1%
	Ceará	2.075	13,5%	6.279	11,2%
	Rio Grande do Sul	1.854	12,1%	5.465	9,8%
	Piauí	1.619	10,5%	6.490	11,6%
	Pernambuco	762	5,0%	3.224	5,8%
	Maranhão	426	2,8%	1.615	2,9%
	Santa Catarina	236	1,5%	368	0,7%
	Paraíba	157	1,0%	554	1,0%
	Sergipe	35	0,2%	68	0,1%
	Rio de Janeiro	28	0,2%	61	0,1%
	Paraná	12	0,1%	20	0,0%

Fonte: Adaptado de EPE (2019).

As informações trazidas quanto à energia eólica no Brasil mostram que esta já é uma realidade, e que se incorporou de maneira consistente na matriz elétrica brasileira, com perspectiva de expansão, visto que o potencial eólico que foi mapeado ainda não alcançou sequer 20% de aproveitamento. Os atributos de ordem ambiental, aliados à experiência já vivida no país da montagem da infraestrutura e logística, a tornam atraentes aos investimentos quando se fala em expansão da matriz elétrica.

2.4 A INDÚSTRIA EÓLICA E SUA CADEIA PRODUTIVA

Os projetos eólicos requerem forte investimento de capital, e desta forma a maior parte das despesas ocorre na etapa de construção. Conforme BLANCO (2009), são três os parâmetros-chave que determinam os custos na energia eólica: i) os custos de capital, que correspondem a 80% do custo total do investimento; ii) os custos variáveis, 20%; e iii) a eletricidade produzida, dependente do volume de ventos no local. Os custos de capital compreendem as turbinas, fundações, construção de vias e conexão ao *grid*. Os custos variáveis são os ligados a serviços de operação e manutenção – O&M –, aluguel de terras, seguros, impostos, gerenciamento e administração. No tocante aos custos de

capital, os custos das turbinas envolvem a sua produção, pás, transformadores, transporte até o local e instalação. Os custos de conexão ao *grid* envolvem cabos, subestações e conexão. Os custos de obras civis compreendem as fundações, construção de vias e edifícios. Outros custos de capital são aqueles vinculados ao desenvolvimento e engenharia, procedimentos de licenciamento, consultoria e permissões, sistemas de supervisão, controle e aquisição de dados, e sistemas de monitoramento. BLANCO (2009) mostra que os fabricantes procuram baixar custos variáveis, especialmente os relacionados aos serviços de O&M, com turbinas que recebam menos ações de manutenção.

Quanto à eletricidade produzida, vincula-se ao nível de qualidade e produtividade do recurso do local, pois quanto melhor a qualidade do vento, maior será a lucratividade do empreendimento. Isto significa que a microlocalização de cada turbina é fator determinante para a economia de qualquer projeto eólico. Em uma análise de sensibilidade, o estudo de BLANCO (2009) mostrou que: i) uma redução em 10% nos recursos de vento aumentou 8,5% nos custos de geração; e ii) uma variação de 10% no custo de capital implica em mudança de aproximadamente 7,6% no custo de geração. Este estudo mostra também uma perspectiva de longo prazo de redução dos custos de capital a partir de curvas de aprendizado. Para tanto, relaciona algumas medidas de políticas que podem contribuir com a redução de custos totais de geração eólica, tais como: i) melhorias no fator de capacidade, pela otimização do tamanho das turbinas, utilização de materiais avançados nas pás, melhorias na previsão e escolha de locais para os parques, e aperfeiçoamentos em tecnologias de *smartgrid* para otimizar a quantidade de energia entregue ao *grid*; ii) nível de custos de capital, bastante sensível à disponibilidade e qualidade de materiais brutos, e economias de escala no processo de produção; iii) aumento da automação nos serviços de O&M, com dispositivos mais estáveis; e iv) acesso a financiamentos em boas condições, com redução de riscos pela maior disponibilidade de informações e comparações com outras fontes de geração de eletricidade (BLANCO, 2009).

Por sua vez, LEWIS e WISER (2007) analisaram a localização industrial em doze países, apontando Espanha, China, Alemanha, Dinamarca e Índia como casos de sucesso em promoverem o desenvolvimento de suas indústrias locais. Estes autores identificaram também quatro benefícios do desenvolvimento local na energia eólica: i) a oportunidade de desenvolvimento econômico por meio de vendas de novos produtos, criação de empregos e crescimento da base tributária; ii) oportunidade de exportar as turbinas eólicas

fabricadas localmente para mercados internacionais; iii) economia de custos, tanto em equipamentos mais baratos, como pela eletricidade vinda de uma indústria emergente nacional; iv) uma indústria eólica de propriedade local. Levantam ainda barreiras ao desenvolvimento local, ao apontarem a falta de experiência daqueles que perderam a vantagem do primeiro movimento, a limitada capacidade técnica doméstica associada à falta de informação, como resultado do receio à chegada de novos competidores, além da regulação estrita do comércio internacional.

RENNKAMP e WESTIN (2013), ao analisarem requisitos de conteúdo local em energia eólica no Brasil e África do Sul, identificaram três categorias de componentes de um aerogerador, que chegam à cifra de 6.000 elementos:

i) baixo conteúdo tecnológico, que compreende componentes simples de aço ou concreto e cabos;
ii) médio conteúdo, englobando componentes avançados especializados sem tecnologias elétrica ou digital, como pás do rotor, hub, rotor e caixa da nacele;
iii) alto conteúdo, de componentes elétricos ou digitais, eixos eletrônicos, gearbox, freios e geradores.

No caso brasileiro, com o PROINFA e o apoio baseado em FIT, havia exigência de no mínimo de 60% de componentes locais para novas instalações eólicas. Apesar do apoio financeiro do BNDES se propondo a financiar até 80% dos custos dos projetos, no caso das eólicas, em 2006 apenas 06 das 75 turbinas inicialmente projetadas estavam operando. Com a posterior implantação do mecanismo de leilões, ficou abolida a obrigação do conteúdo local. No entanto, o BNDES como principal agente financiador dos projetos, seguiu cobrando dos investidores a implementação de conteúdo local.

Segundo ARAÚJO e WILLCOX (2018), a coordenação entre os mecanismos de indução da demanda – PROINFA e leilões –; o financiamento público aos parques de geração; e as regras de localização vinculadas ao financiamento dos parques pelo BNDES, foram fatores primordiais no desenvolvimento da indústria eólica no Brasil. Mesmo com a forte concentração industrial no eixo Sul-Sudeste do país, identificada por ABDI (2014), a ação do BNDES com o estabelecimento de regras para o credenciamento dos equipamentos para o setor eólico, conduziu algumas etapas da cadeia produtiva a localizaram-se na região Nordeste (ARAÚJO; WILLCOX, 2018).

A dimensão alcançada nos leilões, bem maior do que a proposta no PROINFA, conseguiu atrair fabricantes internacionais ao país, que aqui instalaram unidades para a

produção de aerogeradores. Com as regras implementadas, os principais componentes produzidos localmente possuem de baixo a médio conteúdo tecnológico. Nesse contexto se pode inferir: i) os requisitos de conteúdo local não criaram impulso na produção de alto teor tecnológico; ii) promoveram uma indústria de baixo nível tecnológico, que avançou para a média tecnologia; iii) a produção das naceles, pás e hubs criou muitos empregos nas fábricas locais montadas pelas firmas estrangeiras, devido à exigência de conteúdo local; iv) WEG e TECSIS foram duas empresas nacionais que desenvolveram capacidade de fornecer componentes para outros países (RENNKAMP e WESTIN, 2013).

A Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI – desenvolveu estudos detalhados sobre a cadeia produtiva nacional de bens e serviços ligados à energia eólica no Brasil (ABDI, 2014, 2018). Esta cadeia tem como origem as indústrias fornecedoras de materiais básicos – cimento, aços, fibras, cobre etc. –, seguida das indústrias de componentes – torres, pás, cubos e naceles –. Daí às montadoras, que contratam empresas de logística e operações – consultorias de projetos, transporte de equipamentos etc. –; produtores de energia – empresas do setor elétrico, bancos etc. –; e uso final – empresas privadas e público-estatais. Dialogando com essas etapas está uma cadeia de pesquisa e desenvolvimento, de responsabilidade de universidades, laboratórios, centros de pesquisa, dentre outros.

De acordo com a ABDI, no custo de um aerogerador, a torre representa de 20 a 25% do custo do total, o rotor 22%, e a nacele de 35% a 50% (ABDI, 2014). A Tabela 9 sintetiza resultados presentes no mencionado estudo, mostrando a quantidade de unidades produtivas de componentes presentes nos aerogeradores instaladas no Brasil e suas respectivas localizações, por região geográfica e por estado federado. De uma forma geral, o estudo identifica a cadeia de insumos e componentes como majoritariamente localizada na região Sudeste, aproveitando a base industrial já existente no país, apesar de distante dos locais onde a maioria dos parques eólicos está instalada. Na cadeia produtiva só se localiza na região Nordeste as unidades responsáveis por montagem dos aerogeradores, das torres e fabricação das pás. Das 143 unidades produtivas mapeadas pelo estudo, 71,3% delas concentram-se nos estados de São Paulo com 80 unidades, Santa Catarina com 12 unidades e Minas Gerais com 10 unidades. No Nordeste, região que abriga 87,1% da capacidade instalada no país em um total de 880 parques, encontram-se apenas 13 unidades produtivas, concentrando-se na Bahia e Ceará com 08 unidades cada, e Pernambuco com 05 unidades.

Tabela 9 Mapeamento da cadeia produtiva da indústria de energia eólica brasileira, com identificação da quantidade de indústrias em cada aspecto, com a visão por região e por estado.

Aspecto da cadeia produtiva		A	B	C	D	E	F	G	H
Região	Nordeste	5	0	3	8	3	1	3	0
	Sudeste	2	14	39	3	14	11	2	10
	Sul	2	2	10	5	5	1	0	0
Estado (sigla)	BA	3		2	3				
	CE	1			3	1	1	2	
	PE	1			1	2		1	
	RN				1				
	AL			1					
	SP	2	12	32	3	10	9	2	10
	MG		2	5		2	1		
	RJ			2		2	1		
	RS	1			4	1	1		
	SC	1	1	7		3			
	PR		1	3	1	1			
Total		9	16	52	16	22	13	5	10

Legenda: A - Montagem de aerogeradores; B – Cubo; C - Subcomponentes para montagem das naceles; D - Montagem de torres; E - Subcomponentes de torres de aço; F - Subcomponentes de torres de concreto; G – pás; H - insumos e itens para fabricação de pás.

Fonte: elaboração própria, a partir de ABDI (2014).

Segundo ABDI (2014), existem apenas dois grandes polos produtivos para grandes componentes eólicos, sendo um no Nordeste, e outro no Sul-Sudeste. Os principais fatores que influíram na localização das unidades produtivas foram a proximidade aos parques eólicos e condições de infraestrutura de portos e rodovias, a proximidade da cadeia produtiva, e o aproveitamento de instalação fabril preexistente. O estudo não verificou a existência de arranjos produtivos locais formais ou informais da indústria eólica, e sim diferentes tipos de aglomerações de empresas de cadeia produtiva. Importa destacar que a dimensão continental do país representa um desafio logístico diante de unidades produtivas tão distantes entre si.

Fomentar uma verdadeira cadeia e arranjos produtivos demanda o desenvolvimento de uma política industrial mais ampla, focada em competitividade, produtividade e ênfase no desenvolvimento tecnológico, que passa por criar no país um ambiente de inovação para o desenvolvimento de projetos nacionais de aerogeradores e componentes, além da estruturação de centros de tecnologia, a exemplo do que ocorreu na Dinamarca e Alemanha. Faz-se necessário também uma maior interação da política industrial com a política energética do país, juntamente com o aperfeiçoamento de instrumentos de incentivos para a indústria eólica, como o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI –, bem como: o estabelecimento de estratégias de parcerias de longo prazo entre as montadoras e fornecedores de componentes; ações governamentais para melhoria no fluxo logístico para transporte de

grandes componentes; e promoção de incentivos para o desenvolvimento de arranjos produtivos locais nas regiões Sul-Sudeste e Nordeste, com troca de experiências entre empresas, governos, instituições de pesquisa e associações, no sentido do desenvolvimento de produtos e processos (ABDI, 2014).

Em mapeamento da indústria eólica no estado do Rio Grande do Norte, OLIVEIRA e ARAÚJO (2015) apresentam as possibilidades para a atuação de empresas locais no fornecimento de bens e serviços, nas atividades de prospecção, construção e montagem, e operação e manutenção de parques eólicos. O estudo mostra que na etapa de prospecção há possibilidades de inserção de fornecedores locais, especialmente em atividades que não exijam elevada qualificação técnica. Na etapa de construção e operação dos parques, as possibilidades de inserção de fornecedores locais se dão de forma limitada, sendo maiores nas funções de apoio para alimentação e hospedagem. No entanto, são apresentadas iniciativas de várias instituições de formação profissional no estado, em todos os níveis de qualificação, para formar trabalhadores com vistas a possível aproveitamento no setor. Já a etapa de operação e manutenção é a que apresenta o mais baixo potencial de aproveitamento de fornecedores locais de bens e serviços para a indústria eólica no estado (OLIVEIRA e ARAÚJO, 2015).

OLIVEIRA *et al.* (2020) analisaram os impactos socioeconômicos da energia eólica no Brasil. No tocante ao arrendamento de terras para alocação dos parques, estimaram um valor de R$ 169,7 milhões em pagamento de arrendamentos de terras em 2018. Se for considerada a capacidade instalada de 14.710 MW nesse mesmo ano, e a quantidade de 583 parques em operação, chega-se ao valor de R$ 11.536,37 por MW por ano, ou R$ 291.080,62 por parque, por ano. A título de exemplo, se for aplicado o primeiro fator à capacidade instalada dos municípios do Rio Grande do Norte, em valores atuais para 4.670,56 MW de capacidade instalada no estado, chega-se à cifra de R$ 53.881.307,41 anuais a título de arrendamento no estado, ou R$ 4.490.108,95 mensais. Estas cifras constituem-se em um aporte de renda importante, especialmente em municípios do Nordeste. O estudo indica haver efeitos multiplicadores diretos, indiretos e efeito-renda não só quanto aos arrendamentos, mas também pela movimentação da cadeia produtiva da energia eólica, com geração de empregos e movimentação de mercadorias (ANEEL, 2019; OLIVEIRA *et al.* (2020).

O estudo realizado por OLIVEIRA *et al.* (2020) apresenta resultados positivos quanto aos indicadores de crescimento econômico e de qualidade de vida nos municípios que hospedam parques eólicos, quando se compara à situação de municípios que não os

abrigam. Ao analisar a geração de empregos no setor de energia eólica, SIMAS e PACCA (2013) apontam a geração de 195 mil empregos no setor entre 2010 a 2020. Estimam a geração de empregos diretos em 11,7 empregos-ano por MW instalado. Já os empregos indiretos são obtidos a partir do multiplicador da matriz insumo-produto, sendo estimados em 3,48 empregos-ano por MW instalado. Para as diversas etapas produtivas, o estudo chegou aos seguintes resultados, em empregos-ano por MW:

i) fabricação de nacele, 1,3 empregos-ano por MW;
ii) fabricação de pás, 2,9 empregos-ano por MW;
iii) fabricação de torres de aço e de concreto, 1,8 empregos-ano por MW;
iv) construção de torre de aço, 8,4 empregos-ano por MW;
v) construção de torre de concreto, 8,8;
vi) O&M, 0,6 empregos-ano por MW.

Em uma análise de sensibilidade, SIMAS e PACCA (2013) mostram perda de 17% nos empregos totais em caso de importação de equipamentos, e enaltecem a contribuição da energia eólica na renda extra proporcionada aos proprietários das terras dos parques, pois além do arrendamento, podem continuar a exercer as atividades econômicas que antes existiam. Dessa forma, demonstram visão otimista quanto à expansão em curso.

Mesmo com as evidências empíricas demonstradas em alguns estudos sobre impactos da energia eólica, há que se fazer algumas considerações para reflexão. Com relação à geração de empregos, percebeu-se pelo estudo da ABDI (2014) que a concentração das indústrias fornecedoras de insumos, e mesmo de montadoras, no eixo Sul-Sudeste, provocou a geração de empregos nessa região. Portanto, os empregos mais próximos à localização dos parques são majoritariamente temporários, não contribuindo efetivamente para formar uma dinâmica econômica nos moldes da proposta por FURTADO (1974). Ademais, empregos de caráter perene e que requerem maior qualificação, são poucos quando comparados àqueles ofertados na fase da construção, e são pressionados pelo crescente processo de automatização dos parques. Quanto à questão dos arrendamentos, há que se considerar a tradicional concentração fundiária na região Nordeste, que, associada à concentração de poder das oligarquias rurais, pode estar ocultando um processo mais perverso de concentração de renda e de terras na região, aspectos que demandam pesquisas futuras.

CAPÍTULO 3 – MERCADO DE ENERGIA E SEUS REBATIMENTOS SOCIOECONÔMICOS: O CASO RIO GRANDE DO NORTE

O processo de desenvolvimento do Nordeste brasileiro e, mais recentemente, a chegada da indústria eólica, particularmente no Semiárido, que abriga cerca de 86% da capacidade instalada em energia eólica no país, demanda questionar em que medida essa indústria contribui para a superação das dificuldades socioeconômicas históricas da região e para a elevação dos padrões de vida de sua população. Faz-se necessário refletir também se a indústria eólica e as políticas públicas de suporte à mesma rompem ou reforçam velhas estruturas de dominação e de manutenção de desigualdade social. Dito de outra forma, questiona-se de que forma a renda monetária gerada pelos investimentos em energia eólica se internaliza no padrão de vida das populações que vivem no entorno dos parques, com qual intensidade e com qual tempo de duração.

Nesse contexto, este capítulo apresenta e discute os resultados da pesquisa, que tem os municípios do Rio Grande do Norte que abrigam parques eólicos em sua jurisdição como objeto. Para tanto, são investigados dados referentes a: i) capacidade instalada em energia eólica; ii) Produto Interno Bruto municipal; iii) Valor Adicionado Bruto municipal; iv) receita de Imposto sobre Serviços municipal; v) receita de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços; vi) receitas correntes municipais; e vii) empregos registrados nos municípios, de acordo com os setores de atividades econômicas.

Inicialmente se discutem aspectos socioeconômicos e históricos sobre o Semiárido brasileiro, região localizada no Nordeste brasileiro, na qual residem 27,8 milhões de habitantes (IBGE, 2020a), e onde se instalou a maior parte dos parques eólicos no Brasil. Em seguida são apresentados os resultados da evolução do PIB per capita para os municípios que tiveram parques eólicos instalados no Rio Grande do Norte, incluindo-se a desagregação do valor adicionado bruto dos principais setores econômicos. A seguir são discutidos possíveis efeitos fiscais decorrentes da chegada da indústria eólica ao estado, considerando-se o imposto sobre serviços, de caráter municipal, e o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços, estadual.

É também analisada a evolução do emprego nos municípios que receberam instalações da indústria eólica, desagregando-se essas informações por atividade econômica, buscando-se identificar em qual delas se verificou as maiores modificações. São também analisados dados de emprego em período anterior ao da chegada dos parques a esses municípios.

Por fim, diante do quadro atual de um grande afluxo de estruturas de geração de energia eólica, com perspectivas de expansão futura, além do potencial de expansão da energia solar, discute-se a pertinência de se ter no estado um Observatório da Energia que cuide não só de agregar informações técnicas e socioeconômicas sobre o setor energético, mas de atuar junto aos agentes públicos e privados, discutindo os impactos dessas implementações e propondo ajustes quando estes se fizerem necessários.

3.1 ENERGIA EÓLICA: ABUNDÂNCIA ENERGÉTICA EM UMA REGIÃO DE CONTRASTES

O Nordeste brasileiro abriga 87,1% da capacidade instalada de energia eólica no Brasil (ANEEL, 2020b). Nesta região, essa atividade encontra-se predominantemente implantada no Semiárido, território fortemente marcado por variabilidades climáticas, as quais ditam ciclos críticos e dilatados de secas e elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, intensa insolação, taxas de evapotranspiração elevadas e reduzidas chuvas.

O Semiárido se estende por uma área de 1.128.697 km^2, em 1.262 municípios assentados em dez unidades federativas (SUDENE, 2017). Este território apresenta baixo Índice de Desenvolvimento Humano – IDH –, no qual 82% dos seus municípios apresentam este indicador com valores menores do que 0,65, onde 50% de sua população sobrevive sem nenhuma renda formal, ou obtém seu sustento por meio de benefícios governamentais (PEREIRA *et al.*, 2019).

Na região, as condições impostas pelo ambiente físico colocam muitos dos seus municípios em situação de déficit hídrico, além de gerar dificuldades na produção de alimentos. A estas se soma seu histórico de subdesenvolvimento, o que se reflete em seus baixos indicadores socioeconômicos. No entanto, as condições naturais fazem do Semiárido um lugar em que se pode alcançar grandes volumes de produção de energia, fato que, sob determinadas condições, poderia contribuir para melhorar os indicadores sociais e econômicos verificados.

A economia do Semiárido teve o seu desenvolvimento histórico iniciado no período da colonização, no século XVI, com a produção da cana de açúcar em regime de monocultura voltada para o abastecimento do mercado europeu. FURTADO (1999, cap. X) mostra que as altas taxas de lucratividade alcançadas por esse tipo de exploração dependiam da utilização da mão de obra escrava, obtida inicialmente das populações

originárias do próprio território, e posteriormente de populações do continente africano. Em paralelo à exploração canavieira, que se desenvolveu basicamente no litoral, floresceu, afastada dos centros produtores de cana do litoral, a atividade pecuária. Enraizou-se no interior, sem precisar de grandes aportes de capital, atuando em conjunto com a agricultura de subsistência como vetores de penetração e ocupação do interior da região. A cultura da cana, cujo dinamismo dependia do mercado externo, juntamente com a atividade pecuária e a agricultura de subsistência de baixo dinamismo, constituíram o que FURTADO (1999) denominou Complexo Nordestino. A principal herança desse processo histórico foi a formação de elites locais concentradoras de renda e de terras, fenômeno presente até os dias atuais (ARAÚJO, 2009, p. 33). Com o declínio da produção da cana de açúcar voltada para o mercado externo, a partir do século XIX desenvolveram-se na região outras culturas, tendo o algodão como destaque na economia de alguns estados, como por exemplo o Rio Grande do Norte. Ao longo do século XX a produção de algodão deu suporte à industrialização que se desenvolvia em São Paulo, mas também, por suas características, propiciou o surgimento de uma indústria têxtil local. A dinâmica dessas atividades garantiu emprego e renda nos municípios do interior e nas capitais até meados dos anos 1980, quando uma praga de bicudo dizimou grande parte das plantações em todo o Semiárido, levando parte significativa da população dessas regiões a migrar aos centros maiores, em busca de alternativas de sobrevivência.

Para CANO (2007), a pecuária consolidou na região o regime latifundiário de propriedade da terra, que fora iniciado e perpetuado pela cultura do açúcar. O autor identifica o "morador de condição" como pessoas da população livre, não proprietárias de terras, de residência precária no latifúndio, obrigada a prestar serviços, remunerados ou não, ao dono da terra, com permissão para cultivar um pedaço de terra para obter o seu sustento. Esse sistema contribuiu para a formação de um "reservatório de mão de obra" para outros centros em função de suas demandas por trabalho. Neste sentido, OLIVEIRA (1981) posiciona a discussão quanto ao atraso do Nordeste em relação ao Centro-Sul do país não em termos da existência de desequilíbrios regionais, mas sim da própria dinâmica capitalista. Então revela que

> o que preside o processo de constituição das "regiões" é o modo de produção capitalista, e dentro dele, as "regiões" são apenas espaços socioeconômicos onde uma das formas do capital se sobrepõe às demais, homogeneizando a "região" exatamente pela sua predominância e pela consequente constituição de classes sociais, cuja hierarquia e poder são determinados pelo lugar e forma em que são personas do capital e de sua contradição básica (OLIVEIRA, 1981, p. 30).

O diagnóstico de Celso Furtado, quanto ao atraso econômico do Nordeste em relação ao Centro-Sul do país, levou à ideia de criação de uma articulação institucional que, trazendo a noção de planejamento, objetivasse reorganizar a economia e melhor aproveitar os solos e a água no Semiárido; intensificar investimentos industriais; melhorar a oferta de alimentos nos centros urbanos; dentre outros aspectos (BRASIL, 1959). Quando se discute a questão do planejamento no processo de inserção da economia nordestina no âmbito nacional, OLIVEIRA (1981) afirma que este

> não pode realizar a superação da contradição básica do sistema de produção capitalista, que se instala no coração da própria mercadoria: a antítese dialética entre valor e mais-valia, entre trabalho morto e trabalho vivo, trabalho pago e trabalho não pago, mas que desde que o planejamento no sistema capitalista limite-se a realocar no início do ciclo produtivo os elementos finais que estão no produto, isto é, limite-se a repor os pressupostos da produção capitalista, sua possibilidade torna-se perfeitamente plausível. Em síntese, o planejamento num sistema capitalista não é mais que a forma de racionalização da reprodução ampliada do capital OLIVEIRA (1981, p. 24).

Assim, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE – é a forma institucional do planejamento, que "surge para atenuar a intensificação das disparidades regionais" concentradora de renda, terra e riqueza (OLIVEIRA, 1981). No que concerne à chegada da indústria eólica na região, quando avaliada pelo índice de Gini fundiário, verifica-se que ela se assentou em um território altamente concentrador de terra.

O Brasil, com uma capacidade instalada de 16,34 GW em 2020, apresentava um índice de Gini fundiário de 0,844. A Figura 12, a qual relaciona os estados produtores de energia eólica no Brasil e o correspondente índice de Gini fundiário permite reafirmar que a região Nordeste ainda apresenta elevada concentração fundiária, representada por altos valores de índice de Gini fundiário[6] (HOFFMANN e NEY, 2010; MEDEIROS, 2010).

[6] Este índice é calculado a partir da relação entre o número de estabelecimentos agropecuários em uma região e a área ocupada por cada uma dessas unidades. Em análises mais detalhadas, o índice de Gini é utilizado juntamente com a Curva de Lorenz e os índices T de Theil e L de Theil (HOFFMANN *et al.*, 2019). Valores de índice de Gini entre 0,501 e 0,700 são considerados de médio a forte; de 0,701 a 0,900 são de forte a muito forte.

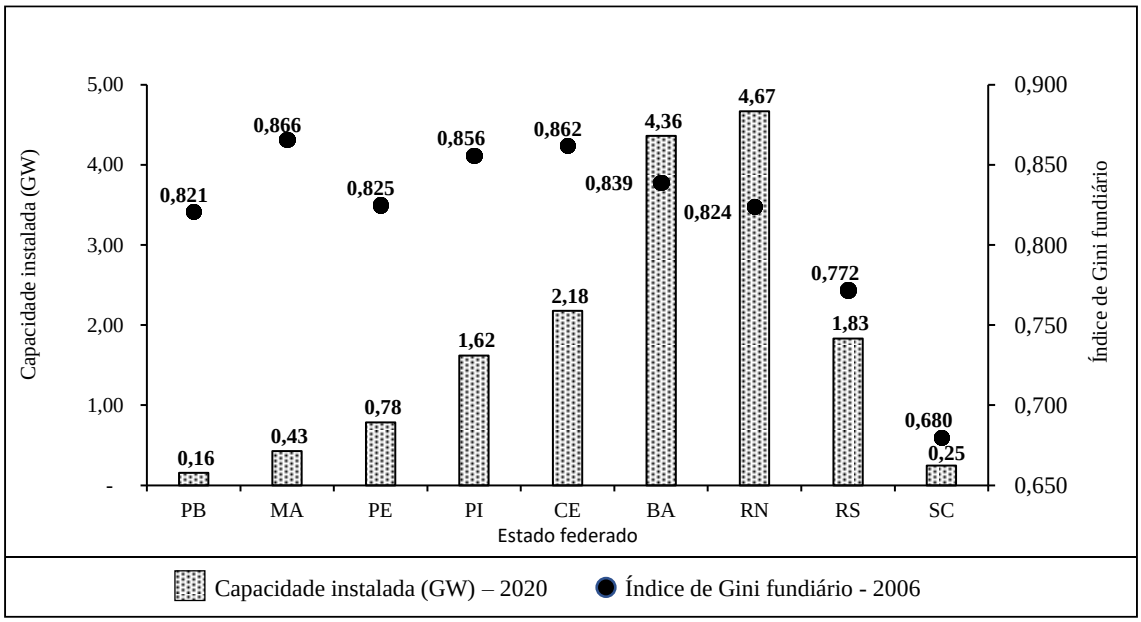


Figura 12 Capacidade instalada em energia eólica de estados brasileiros, em GW, no eixo esquerdo, e índice de Gini fundiário estadual no eixo direito.
Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020); HOFFMANN e NEY (2010).

Neste recorte regional, a Figura 12 permite constatar que estados nordestinos, onde encontram-se implantados parques eólicos, registram índice de Gini fundiário superior a 0,820, considerado como indicador de alta concentração de terra. Em contraste, os estados da região Sul, produtores de energia eólica – Rio Grande do Sul e Santa Catarina –, apresentam menores medidas de concentração fundiária, respectivamente 0,772 e 0,680. Tal fato denota a percepção do enraizamento das estruturas de dominação política das oligarquias proprietárias de terras. Portanto, os parques eólicos foram instalados em uma região onde é dificultado o acesso à terra para a população local – a terra não cumpre, portanto, a sua função social de provedora de condições plenas de sobrevivência, o que se reflete, como consequência, nos indicadores de exclusão social para os municípios da região –, e cria-se atalhos e facilidades ao capital que acompanha a chegada dos empreendimentos eólicos.

Ao analisar a região Nordeste e seu Semiárido sob a perspectiva do crescimento econômico, ARAÚJO e LIMA (2009) mostram que o Produto Interno Bruto – PIB – do Nordeste corresponde a 13% do PIB brasileiro, para uma população de 28% do total nacional. Por sua vez, o PIB do Semiárido corresponde a 3% do PIB nacional, com uma população de 11% da população do país. O PIB per capita do semiárido é 30,7% do brasileiro, e 47,2% do nordestino. Portanto, há uma desigualdade do Nordeste em relação ao Brasil, e uma desigualdade da região semiárida em relação ao restante do Nordeste. Em uma visão desagregada da medida do Produto e tomando-se em conta o Valor

Adicionado da agricultura, se para o Brasil é 4,9% do PIB, do Nordeste 7,1%, para o Semiárido é 11,3%, denotando um peso maior da agricultura na formação do PIB do Semiárido, tornando a região mais vulnerável quanto às condições climáticas. Igualmente se observa quanto ao Valor Adicionado da administração pública. Se no Brasil a administração pública corresponde a 23,1% do setor de serviços, e no Nordeste a 31,5%, no Semiárido esse dado chega a 46,5% do setor de serviços. O peso da administração pública na região Nordeste, especialmente no Semiárido, se reflete na alta porcentagem de emprego público nas prefeituras e nas políticas de transferência de renda, como o Programa Bolsa Família e aposentadorias rurais (ARAÚJO e LIMA, 2009).

As várias modificações ocorridas no setor agropecuário brasileiro desde a década de 1990, além de favorecerem as grandes estruturas econômicas produtoras de *commodities* agrícolas voltadas ao setor externo, embora em dimensão aquém do desejado, também levaram ao desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao atendimento de demandas sociais no campo. A criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA –, o surgimento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF –, a universalização da previdência social em áreas rurais, e o programa de disseminação de cisternas, dentre outras iniciativas, fortaleceram-se durante os anos 2000. Neste sentido, no Nordeste onde 89% dos estabelecimentos rurais são familiares, ocupando 37% da área total dos estabelecimentos, a população rural ligada à agricultura familiar encontrou nesse conjunto de políticas uma forma de resistir às dificuldades de obter sustento na região semiárida (FRANÇA *et al.*, 2009).

Além do tema da industrialização no Nordeste, a problemática do Semiárido foi preocupação central nas formulações de Celso Furtado, que caracterizou a economia semiárida como complexo de pecuária extensiva e agricultura, ambas de baixo rendimento, que combinavam elementos monetários com não monetários, estes representados pela agricultura de subsistência. Conforme descrito por VIDAL (2003),

> dadas suas condições naturais, seria razoável esperar que esse espaço apresentasse uma baixa densidade demográfica, estabelecendo-se assim um equilíbrio entre a população residente e os recursos naturais disponíveis. No entanto, o avanço da agricultura de subsistência no semiárido provocou um certo adensamento demográfico, o qual está na raiz do problema da grande vulnerabilidade desse tipo de economia às secas. Trata-se aqui, enfim, de deslocar a discussão dos fatores climáticos – sem negá-los, evidentemente – para a estrutura econômico-social, o que equivale a afirmar que esta última tem o poder de ampliar sobremaneira os efeitos da estiagem (VIDAL, 2003, p. 198).

CARVALHO (2016), por sua vez, mostra que há no Nordeste um novo padrão de crescimento regional, caracterizado no período recente, especialmente de 2000 a 2012,

por maiores taxas de crescimento econômico, políticas públicas ampliadas nas áreas de saúde e educação, disseminação de programas de transferência de renda e de valorização do salário mínimo, com elevação da renda de segmentos mais pobres, redução da pobreza, dentre outras melhorias na área social. Tal fenômeno atingiu positivamente o Semiárido nordestino, tornando a região mais resiliente aos impactos provocados pelas frequentes estiagens.

Tais transformações pelas quais vem passando o Nordeste, particularmente o Semiárido, representaram uma superação do anterior modelo de exploração das dificuldades na lida com a dureza do clima, representado pelas políticas de "combate à seca". Conforme identificado por SANTOS (2019), tal configuração, iniciada em fins do século XIX, baseou-se na construção de grandes obras hídricas e açudagem executadas pelo Estado, como supostos meios de solucionar os problemas criados pelas frequentes estiagens. Tais obras acabavam "beneficiando os grupos oligárquicos tradicionais, resultaram na concentração hídrica e na constituição de uma estrutura favorável à reprodução de relações de dominação político-clientelistas, utilizando-se a água como 'moeda' no jogo político" (SANTOS, 2019). Ou, como ressalta OLIVEIRA (1981, p. 54-55), ao frisar a captura do Estado pelas oligarquias locais, sócias menores do processo, que "mediante a utilização de recursos público-estatais, foram implantadas benfeitorias nas grandes propriedades e sua forma de financiamento chegou a se constituir em outro pilar da força e do poder político dos 'coronéis'".

A tal modelo tradicional da exploração política e econômica se contrapôs, a partir dos anos 1990, movimentos sociais e de camponeses ligados à luta pelo acesso à terra e melhores condições de convivência com a seca. Os movimentos conseguiram, com a ascensão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva ao governo federal em 2003, um ambiente mais adequado para a promoção de políticas públicas de convivência com o Semiárido e elevação da renda monetária, em que a ideia de instalar um milhão de cisternas no Semiárido foi uma das iniciativas mais exitosas. SANTOS (2019) situa esse protagonismo das organizações e movimentos sociais nas ações de convivência com o Semiárido como uma das expressões do lulismo, fenômeno social descrito por SINGER (2012) como um pacto conservador com setores da burguesia, e simultânea abertura institucional para ações políticas de interesses para a classe trabalhadora e movimentos sociais. Do golpe parlamentar ocorrido no Brasil em 2016 até o presente, verificou-se um rearranjo de classes e, consequentemente, uma pausa no pacto até então vigente, tornando

mais frágil a articulação antes existente até 2016 entre movimentos sociais e Estado (SANTOS, 2019).

No Brasil, os investimentos em energia eólica, que se constituíram inicialmente por meio do PROINFA, e posteriormente pelos leilões de energia promovidos pela ANEEL, foram em grande parte viabilizados com o suporte do BNDES. Tal fato, especialmente na fase dos leilões, contribuiu para atrair empresas estrangeiras fabricantes de aerogeradores a implantarem unidades de fabricação no país, diante da exigência de conteúdo local de 60% nos elementos constituintes daqueles. Como apresentado no Capítulo 2 desta tese, a estrutura industrial criada para dar suporte à montagem dos parques eólicos, como herança da estrutura industrial preexistente no país, concentrou-se no eixo Sul-Sudeste, com algumas unidades implantadas no Nordeste. Por sua vez o Rio Grande do Norte, que até o final de 2020 contava com 4,67 GW instalados em energia eólica no seu território, equivalente a 28,6% da capacidade instalada nacional, tomava parte nesse esforço somente na etapa de construção e montagem dos parques.

Ressalte-se que o esforço em criar um ambiente atrativo aos investimentos na indústria eólica se realiza sobre uma forte atuação estatal, materializada sob forma de renúncia fiscal e financiamento direto. No caso do Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, apesar das excelentes condições de ventos propícios à geração eólica, menos de 20% do investimento alcançado reverte-se em desenvolvimento econômico local. Esse aspecto nunca é retratado ao se divulgar nos meios de comunicação o montante de investimentos alcançados pelos empreendimentos eólicos, bem como são negligenciadas as conexões sociais e ambientais, que são reordenadas no território, a partir da chegada dos parques eólicos.

3.2 REPERCUSSÕES SOCIOECONÔMICAS ADVINDAS DA CHEGADA DA INDÚSTRIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE

O Rio Grande do Norte tem 93% de seu território em área semiárida (SUDENE, 2017), na qual a indústria de energia, fundamentalmente petróleo, gás natural e derivados da cana de açúcar já vêm sendo explorados desde os anos 1970 (RODRIGUES NETO, 2007). Desde o início do século em curso, o estado vem ganhando destaque na exploração de energia eólica, em virtude das excelentes condições de vento na região, especialmente na faixa litorânea norte e região do Mato Grande, e áreas de elevação na sua região central.

Registra-se também um considerável potencial para exploração da energia solar, diante das altas taxas de insolação verificadas (CONSTANTINO *et al.*, 2018).

A publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro em 2001 (BRASIL, 2001), e posteriormente outras versões estaduais detalhadas, como a relativa ao Rio Grande do Norte em 2003 (COSERN, 2003), reafirmaram as excelentes condições de vento para a geração de energia eólica no estado, contribuindo assim para uma afluência de parques eólicos instalados em seu território. Esse diferencial registrado no estado pode ser expresso pela grande atração de investimentos na atividade eólica.

A partir das medições anemométricas na etapa inicial de interesse da indústria eólica em explorar esse recurso no estado, efetuadas nas alturas de 50, 75 e 100 m, registrou-se ventos com velocidades entre 8,0 e 8,5 m/s, e direcionamento estável. Nesses levantamentos, três regiões do estado apresentaram as melhores condições de aproveitamento. Para áreas com ventos superiores a 7,0 m/s de velocidade, foi encontrado um potencial de geração eólico no estado de 9,56 GW para 50 m de altura, 19,4 GW para 75 m, 27,1 GW para 100 m. Os fatores de capacidade encontrados no Atlas do Potencial Eólico do Rio Grande do Norte foram de 32% para ventos de 7,0 a 7,5 m/s; 37,2% para ventos de 7,5 a 8 m/s; e 41,5% para ventos de 8,0 a 8,5 m/s.

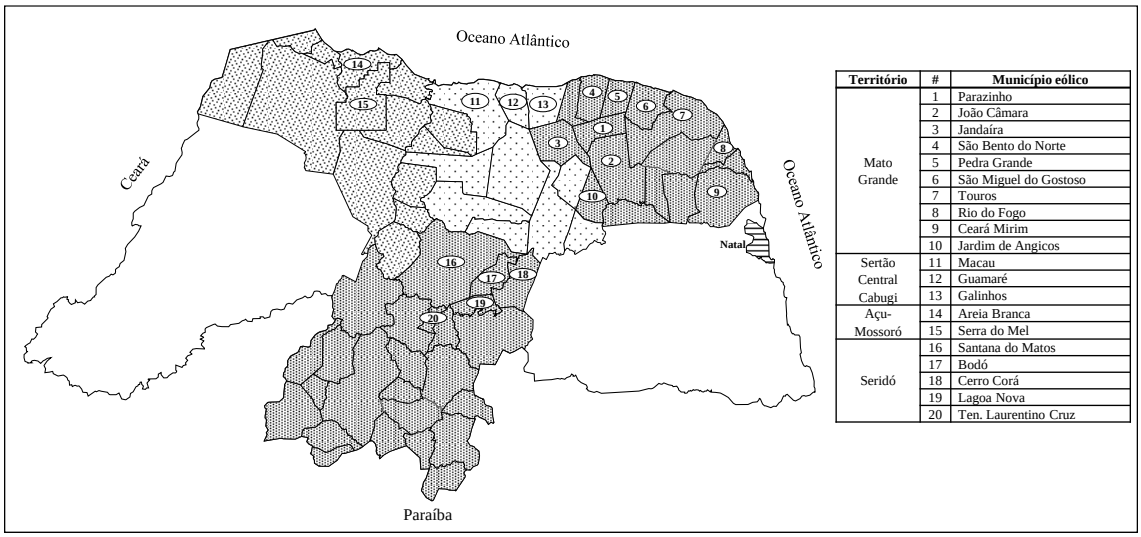
Esse elevado potencial favoreceu, ao final do ano de 2020, a instalação 167 parques eólicos no Rio Grande do Norte, totalizando 4,67 GW de capacidade instalada, 28,6% do total nacional, localizados em 20 municípios. Destes, 10 municípios encontram-se no Território[7] Mato Grande, respondendo por 62,4% da capacidade instalada no estado, ou 2,91 GW em 2020. Os vizinhos contíguos de João Câmara e Parazinho representam juntos cerca de 30% da capacidade instalada em energia eólica no estado, mostrando o grande grau de concentração dessa indústria na área, que é considerada de melhor qualidade de vento.

Na abordagem territorial ultimada nesta tese, o Rio Grande do Norte registra 09 Territórios, a saber: i) Açu-Mossoró; ii) Alto Oeste Potiguar; iii) Mato Grande; iv) Potengi; v) Seridó; vi) Sertão do Apodi; vii) Trairi; viii) Agreste Litoral Sul; e ix) Sertão

[7] Nesta Tese é adotado o conceito de Território para agrupamento de municípios, baseando-se em estratégia adotada pelo governo federal a partir de 2005 por meio do Ministério para o Desenvolvimento Agrário – MDA – com vistas ao enfrentamento da pobreza rural e urbana. Neste sentido, Território é definido como um espaço físico, geograficamente definido, geralmente contínuo, compreendendo cidades e campos, caracterizado por critérios multidimensionais, tais como o ambiente, a economia, a sociedade, a cultura, a política e as instituições, e uma população, com grupos sociais relativamente distintos, que se relacionam interna e externamente por meio de processos específicos, onde se podem distinguir um ou mais elementos que indicam identidade e coesão social, cultural e territorial (BRASIL, 2003, p. 34; MIRANDA; TIBURCIO, 2013, p. 127).

Central Cabugi (BRASIL, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d). O Território Açu-Mossoró é composto de 14 municípios, sendo dois eólicos, Areia Branca e Serra do Mel. O Território Sertão Central Cabugi compõe-se de 10 municípios, três deles eólicos: Macau; Guamaré e Galinhos. Já o Território Seridó compõe-se de 25 municípios, dos quais cinco são eólicos: Santana do Matos; Bodó; Lagoa Nova; Cerro Corá e Tenente Laurentino Cruz. Por fim, o território Mato Grande, que concentra 16 municípios, dez deles eólicos: Jandaíra; São Bento do Norte; Pedra Grande; Jardim de Angicos; São Miguel do Gostoso; Touros; Rio do Fogo; Ceará Mirim; João Câmara; e Parazinho. A Figura 13 mostra a localização dos territórios com municípios eólicos[8] no estado do Rio Grande do Norte. Conforme fora identificado por BRANNSTROM *et al.* (2018), cerca de 60% da capacidade eólica instalada no Rio Grande do Norte estava localizada em faixa de até 25 km de distância do litoral. Isto significa a instalação da maioria dos parques em região dunar, fato que requer especiais cuidados quanto ao licenciamento socioambiental, considerando-se os ecossistemas existentes e os agrupamentos humanos ali residentes. No capítulo seguinte desta tese é desenvolvida análise da instalação de parque eólico em região dunar, detalhando-se o caso do município de Galinhos no Rio Grande do Norte, localidade esta que registrou a mobilização de sua população, orientada a questionar o processo de tomada de decisões para a implantação de parques eólicos em seu território, e reivindicou garantias quanto à manutenção das atividades turísticas e comerciais, bem como quanto aos seus recursos ambientais.

[8] Município eólico é o termo aqui empregado para designar aqueles municípios que abrigam parques eólicos em sua jurisdição.



Território	#	Município eólico
Mato Grande	1	Parazinho
	2	João Câmara
	3	Jandaíra
	4	São Bento do Norte
	5	Pedra Grande
	6	São Miguel do Gostoso
	7	Touros
	8	Rio do Fogo
	9	Ceará Mirim
	10	Jardim de Angicos
Sertão Central Cabugi	11	Macau
	12	Guamaré
	13	Galinhos
Açu-Mossoró	14	Areia Branca
	15	Serra do Mel
Seridó	16	Santana do Matos
	17	Bodó
	18	Cerro Corá
	19	Lagoa Nova
	20	Ten. Laurentino Cruz

Figura 13 Localização geográfica dos municípios eólicos no Rio Grande do Norte e seus respectivos territórios.
Fonte: elaboração própria a partir de BRASIL (2015a, 2015b, 2015c, 2015d).

3.2.1 Impacto no Produto Interno Bruto – PIB

MARTINI *et al.* (2018) analisaram os efeitos locais da construção de parques eólicos no Brasil, a partir do método de controle sintético aplicado por ASSUNÇÃO *et al.* (2016) quando da análise de impactos locais advindos da implantação de usinas hidrelétricas. Identificaram que os efeitos podem ocorrer tanto em virtude da mobilização de insumos para as obras de construção dos parques, principal determinante dos efeitos nas economias locais, ou seja, da mobilização dos recursos para a etapa de instalação, como pelas receitas dos arrendamentos das terras, os quais apresentam menor impacto. Observaram também que há impacto positivo advindo da presença dos parques eólicos sobre o PIB per capita dos municípios envolvidos, mostrando ainda que os efeitos sobre a economia e mercado de trabalho tendem a se dissipar no quinto ano após a entrada em operação dos parques.

Como forma de analisar o comportamento do PIB per capita nos municípios do Rio Grande do Norte, apresenta-se a Tabela 10, a qual mostra o PIB municipal de 2018 a preços constantes de 2008. Utiliza-se o decênio 2008 a 2018 como período de observação do PIB municipal, uma vez que neste se registra a instalação da maior parte da capacidade instalada no estado, favorecendo assim a comparação entre os momentos *ex-ante* e *ex-post* à chegada dos parques. Vale ressaltar que 2018 é o último ano com dados de PIB municipal disponíveis até o momento.

Tabela 10 Total de parques eólicos em operação no Rio Grande do Norte, respectiva capacidade instalada em MW, e PIB municipal e do Rio Grande do Norte em 2018 a preços constantes de 2008, em mil R$.

Território	Município / Aspecto	Quant. de parques em 2020	Capacidade instalada em 2020		PIB de 2018 a preços constantes de 2008		
			MW	%	R$ (mil)	%	Δ% (2008-18)
	RN	167	4.670,56	100,0%	33.731.707	100,0%	16,7%
Mato Grande	Ceará-Mirim	5	145,80	3,1%	427.734	1,3%	17,1%
	Jandaíra	7	218,70	4,7%	34.859	0,1%	48,4%
	J. de Angicos	2	59,40	1,3%	13.795	0,0%	11,8%
	João Câmara	29	741,56	15,9%	516.793	1,5%	250,2%
	Parazinho	22	629,20	13,5%	223.189	0,7%	944,1%
	Pedra Grande	13	241,60	5,2%	107.734	0,3%	496,3%
	Rio do Fogo	2	77,30	1,7%	83.925	0,2%	91,6%
	S. B. do Norte	15	425,03	9,1%	100.625	0,3%	422,8%
	S. M. Gostoso	11	276,58	5,9%	211.626	0,6%	447,5%
	Touros	4	98,40	2,1%	333.468	1,0%	123,8%
Sertão Central Cabugi	Galinhos	2	118,57	2,5%	35.743	0,1%	-27,5%
	Guamaré	8	284,45	6,1%	701.047	2,1%	13,0%
	Macau	1	68,47	1,5%	312.391	1,1%	-40,2%
Seridó	Bodó	9	260,00	5,6%	161.842	0,5%	1.051,4%
	Cerro Corá	2	40,00	0,9%	77.633	0,2%	68,0%
	Lagoa Nova	4	92,00	2,0%	155.150	0,5%	239,0%
	S. do Matos	1	18,00	0,4%	60.985	0,2%	-6,1%
	Ten. L. Cruz	1	28,00	0,6%	56.474	0,2%	176,5%
Açu-Mossoró.	Areia Branca	6	160,40	3,4%	340.350	1,0%	-52,9%
	Serra do Mel	23	687,11	14,7%	165.740	0,5%	116,1%

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e IBGE (2020).

Na análise, a correção dos valores de PIB ao longo do tempo utilizou o deflator adotado pelo IBGE para a correção de contas nacionais (IBGE, 2020a). Observa-se que no decênio de 2008 a 2018 a economia do Rio Grande do Norte obteve um crescimento real de 16,7%, um pouco acima do registrado na economia brasileira, que obteve 13,4%.

Os municípios que possuem parques eólicos, aqui denominados municípios eólicos, cresceram o PIB em 33,6% em termos reais no decênio em análise, ou seja, duas vezes o assinalado no estado. Considerando-se os quatro territórios do RN que abrigam parques eólicos, o Território Mato Grande cresceu o PIB em 116,2%, e o território Seridó em 53,7%. Em contraponto, os Territórios Sertão Central-Cabugi Açu-Mossoró decresceram -9,1% e -8,7%, respectivamente, no período.

Observa-se que, nos Territórios Mato Grande e Seridó, os municípios com parques eólicos responderam, respectivamente, por 96% e 39% do crescimento do PIB do território para o período. Tal fato sugere que nesses territórios verificou-se mais fortemente a contribuição da chegada dos parques eólicos para o crescimento econômico. Já os Territórios Sertão Central Cabugi e Açu-Mossoró tiveram crescimento negativo do PIB para o período, o que pode ser creditado ao arrefecimento da indústria de petróleo e gás, até então principal setor econômico desses territórios, bem como de outras atividades

que influenciam suas dinâmicas econômicas, tais como a indústria extrativa de sal e a fruticultura irrigada (IBGE, 2020a).

A partir dos dados de PIB real municipal apresentados na Tabela 10, pode-se observar que no decênio de 2008 a 2018 os municípios eólicos aumentaram sua participação no PIB estadual de 10,9% para 12,4%. Importa ressaltar que nesse mesmo período a economia do Rio Grande do Norte praticamente não alterou sua participação no PIB nacional, saltando apenas de 0,9% a 1,0%. Já os três maiores municípios do estado, Natal, Mossoró e Parnamirim, são aqueles que apresentam maior participação no PIB estadual, e concentraram em 2018, 53,0% deste indicador.

No decênio em tela, no Território Mato Grande, área de maior concentração de parques eólicos instalados no estado do Rio Grande do Norte, com 10 municípios onde as atividades dessa indústria se realizam, a participação no PIB estadual saltou de 2,9% a 6,1%. No território Seridó, este salto foi de 0,7% a 1,5%. Já no território Sertão Central Cabugi, houve uma queda nesta participação, de 4,5% para 3,3%, o mesmo ocorrendo no território Açu-Mossoró, declinando de 2,8% para 1,5% (IBGE, 2020a).

Ao se caracterizar a estrutura econômica nos Territórios em análise, tem-se que o Território Mato Grande é composto por municípios onde predominam a agricultura de sequeiro, a pecuária mista, a apicultura, a pesca e a aquicultura. Na agricultura de sequeiro predomina o cultivo de mandioca, feijão e milho. Há também lavouras permanentes de cajucultura, coco-da-baía, banana e sisal. Destaca-se neste Território também a atividade do turismo nos municípios litorâneos (BRASIL, 2015b).

No Território Seridó predomina a atividade agropecuária fundamentada na agricultura familiar (BRASIL, 2015c). No Território Açu-Mossoró a indústria de petróleo e gás assume ainda um forte protagonismo na economia local. Verifica-se no Território a presença do polo de fruticultura irrigada, de alta produtividade, voltado à exportação, além da cajucultura, localizada no município eólico de Serra do Mel. Já no município eólico de Areia Branca predomina a indústria extrativa de sal (BRASIL, 2015a). Por fim, no Território Sertão Central Cabugi, têm relevo as atividades de petróleo e gás, com destaque no município eólico de Guamaré, a indústria salineira e o turismo (BRASIL, 2015d).

Nessa conjuntura econômica de precário dinamismo, a chegada dos parques eólicos ao estado do Rio Grande do Norte contribuiu para o aumento significativo do PIB dos municípios eólicos, principalmente naqueles em que se observou uma maior concentração de empreendimentos eólicos, a exemplo de: João Câmara; Parazinho; Pedra

Grande; São Bento do Norte; São Miguel do Gostoso; Bodó; e Lagoa Nova. Por tratar-se de municípios caracterizados por atividades econômicas de subsistência em sua maioria, o crescimento de seus PIBs no decênio 2008 a 2018, acima de 200%, não modificou significativamente sua participação no PIB estadual.

No Território Mato Grande, Parazinho foi o município mais impactado, tendo seu PIB decuplicado. Em Pedra Grande o PIB cresceu 06 vezes, São Bento do Norte e São Miguel do Gostoso aumentaram em torno de 05 vezes, João Câmara cresceu quase 04 vezes. À exceção de Ceará-Mirim, todos os municípios do Território tiveram crescimento do PIB maior do que o verificado no estado para o período de 2008 a 2018. No Território Seridó o padrão de crescimento expressivo no PIB ocorreu no município de Bodó, que cresceu 08 vezes. Em Lagoa Nova, o PIB cresceu 03 vezes, e em Tenente Laurentino Cruz 02 vezes e meia. Santana do Matos decresceu 6,1% no seu PIB para o período. Nos Territórios Sertão Central Cabugi e Açu-Mossoró ocorreram, respectivamente, 9,1% e 8,7% de decrescimento no PIB municipal no período. Nestes, apenas o município de Serra do Mel, que cresceu 116,1%, alcançou crescimento importante na economia local.

A evolução da média do PIB municipal real per capita em R$ para o período de 2008 a 2018, além do PIB real do estado, também em R$, é mostrada na Figura 14. Nela, são tomados os valores médios entre os municípios que compõem cada Território analisado. Os valores de PIB real per capita foram tomados a partir dos valores de PIB municipal a preços correntes deflacionados para o ano de 2008, divididos pela estimativa populacional divulgada pelo IBGE para os municípios (IBGE, 2020b). Cada quadrante na figura apresentada corresponde a um território do Rio Grande do Norte que abriga municípios eólicos, sendo também expresso o percentual de parques eólicos existentes no Território em relação aos instalados no estado (ANEEL, 2020b; IBGE, 2020a, 2020b).

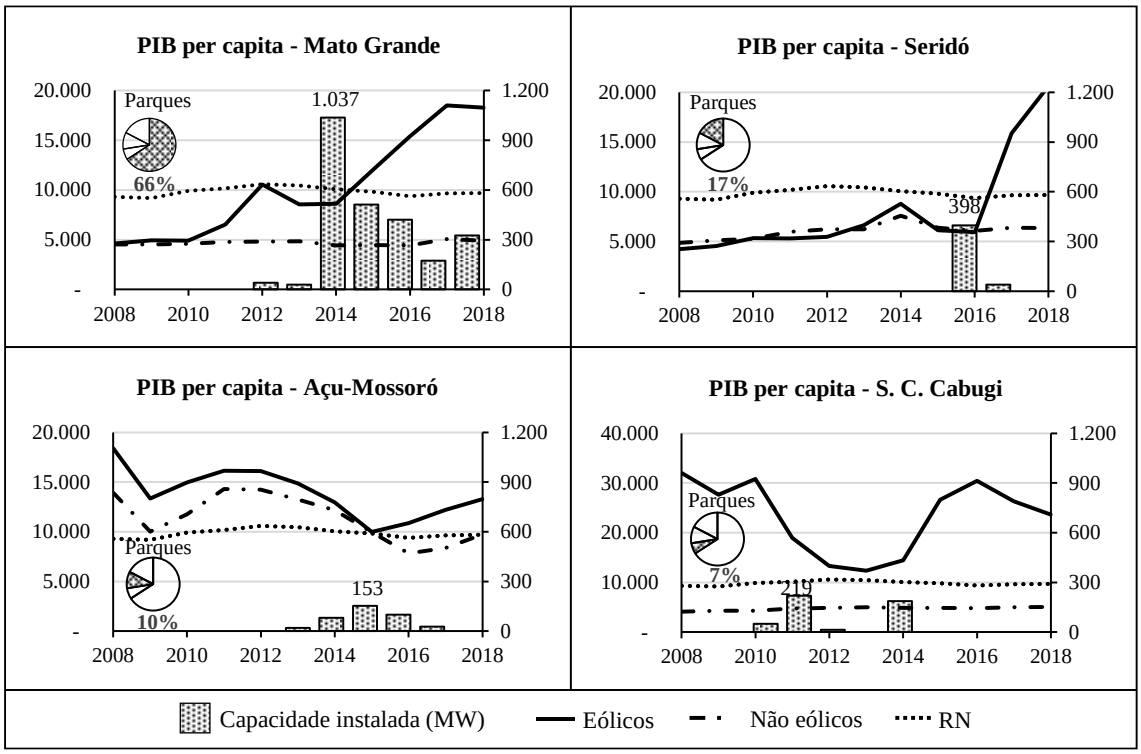


Figura 14 Evolução da média do PIB per capita real municipal, em R$, para cada território com municípios eólicos, comparando-se municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2008 a 2018 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020b) e IBGE (2020a, 2020b).

Considerando-se o período de 2008 a 2018, o PIB real per capita do Rio Grande do Norte variou de R$ 9.303 a R$ 9.969, ou seja, aumentou 4,2%, praticamente constante. Neste contexto, a Figura 14 permite inferir que para o Território Mato Grande, a construção dos parques, a partir de 2010, viabilizou uma grande elevação do PIB real per capita no Território. Verificou-se, assim, um aumento do PIB per capita dos municípios eólicos, superando em todo o período o patamar registrado naqueles não eólicos[9] neste Território, chegando o mesmo a alcançar o PIB per capita estadual já em 2012, e ultrapassando-o a partir de 2014.

Nesses termos, os municípios do Território Mato Grande que abrigam parques passaram de uma média de R$ 4,604 em 2008 para R$ 18.297 em 2018, ou seja, experimentaram um crescimento de 04 vezes no PIB per capita. Já os municípios não eólicos do Mato Grande tiveram em média um aumento de 8,8% no seu PIB per capita, passando de R$ 4.511 a R$ 4.906. Dessa forma, os municípios eólicos, em média, descolaram seu PIB per capita em relação aos não eólicos, ultrapassando de forma

[9] Município não eólico é o termo aqui empregado para designar aqueles municípios que não abrigam parques eólicos em sua jurisdição.

crescente o PIB per capita estadual. Nota-se que esse fenômeno ocorre antes da efetiva operação dos parques, influenciado pela grande movimentação de mão de obra, insumos e serviços demandados durante a etapa de construção.

O Território Sertão Central Cabugi, que abriga apenas 7% dos parques eólicos do estado, tem na indústria eólica pouca expressividade em termos econômicos, quando comparada com outros setores. Sua dinâmica é mais fortemente determinada por outras atividades econômicas, com destaque para a indústria do petróleo e gás e a salineira. Entre 2008 e 2018 os municípios eólicos desse Território regrediram o seu PIB per capita médio de R$ 32.041 a R$ 23.631, uma redução de 26% no período. Esta redução pode ser creditada ao declínio da indústria petrolífera e gasífera, cujos investimentos têm sido sistematicamente reduzidos, juntamente com suas atividades no estado. Os valores de PIB per capita verificados nos municípios eólicos deste Território devem-se à presença do polo industrial de petróleo e gás em Guamaré e à indústria extrativa de sal em Macau.

O Território Seridó registra na atualidade uma nova fronteira de expansão da energia eólica no interior do Rio Grande do Norte. Na Figura 14 é possível observar a evolução do PIB per capita nos municípios eólicos e não eólicos, os quais não se diferenciavam até o ano de 2016, quando se registra a entrada dos primeiros empreendimentos eólicos neste Território. Com uma capacidade instalada de 438 MW em 2018, 59% dela localizada no município de Bodó, a média do PIB real per capita nos municípios eólicos do Território Seridó saltou de R$ 4.233 em 2016 para R$ 20.641 em 2018, ou seja, aumentou 05 vezes neste período. Dessa forma, a exemplo do verificado no Território Mato Grande, no Território Seridó os municípios eólicos exibiram aumento significativo na média do PIB per capita, diferenciando-se pelo fato de que somente a partir de 2016 o Território passou a vivenciar a presença da indústria eólica.

No que concerne ao Território Açu-Mossoró, este congrega 17% dos parques instalados no estado em 02 municípios, Areia Branca e Serra do Mel. Neste Território observou-se uma retração na média do PIB real per capita entre 2008 e 2018, tanto para os municípios eólicos quanto para os não eólicos. Nos municípios eólicos, essa redução alcançou 28%, onde a média passou de R$ 18.391 a R$ 13.294 no período tratado. Nos municípios não eólicos esses valores alcançaram redução de 30%, passando de R$ 13.934 para R$ 9.740. A exemplo do verificado no Território Sertão Central Cabugi, esta retração na média do PIB per capita é atribuída à redução do investimento e atividade da indústria de petróleo e gás.

3.2.2 O Produto Interno Bruto Municipal Desagregado Desvelando a Influência da Indústria Eólica

O PIB municipal pode ser desagregado em componentes referentes a setores econômicos, no caso o Valor Adicionado Bruto – VAB[10] – para os setores da agropecuária, indústria, serviços e administração pública. Tradicionalmente, a administração pública faz parte do setor de serviços nos registros da contabilidade social. No entanto, a desagregação dos dados do setor de serviços ilustra a presença econômica das instituições públicas no conjunto da economia. A Figura 15 mostra a evolução da média do VAB per capita da indústria para os Territórios em análise, no período de 2008 a 2018. Percebe-se nesta figura que nos Territórios Mato Grande e Seridó a evolução do setor industrial apresenta comportamento semelhante ao verificado na evolução do PIB per capita ilustrado na Figura 14. Exclui-se nesta análise os Territórios Açu-Mossoró e Sertão Central Cabugi, pois estes possuem um setor industrial marcadamente impulsionado pelo petróleo e gás, bem como outras atividades, que no seu conjunto determinam o comportamento do VAB industrial. Sendo assim, neste caso, a indústria eólica assume um papel secundário.

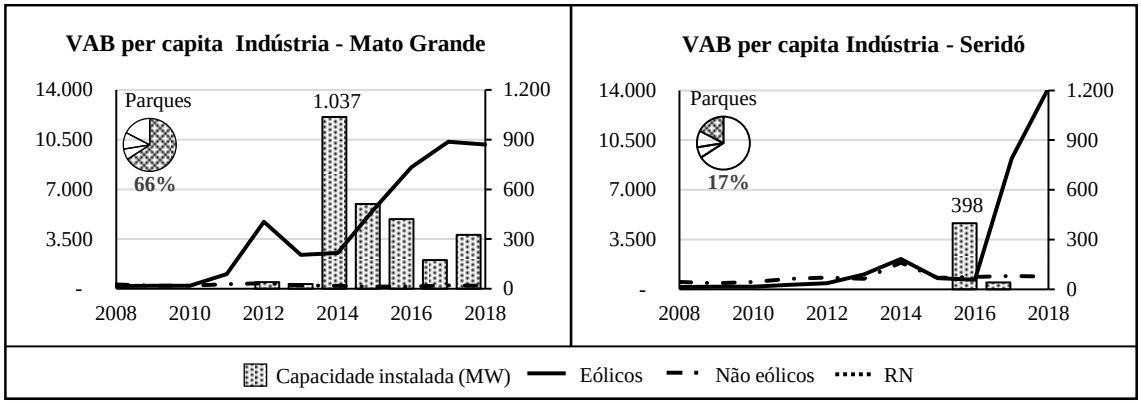


Figura 15 Evolução da média do VAB per capita real industrial municipal, em R$, para os territórios Mato Grande e Seridó, comparando-se municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2008 a 2018 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020b) e IBGE (2020a, 2020b).

[10] VAB – O Valor Adicionado Bruto municipal total corresponde ao valor do PIB municipal diminuído dos impostos líquidos de subsídios, podendo ser desagregado em componentes constituintes, a preços básicos, para cada setor da economia. O valor total do VAB corresponde à soma do VAB dos setores da Agropecuária, Indústria, Serviços e Administração Pública. Seus valores per capita são obtidos a partir da estimativa de população para cada ano analisado. A obtenção desses valores possibilita traçar o perfil econômico e setorial dos municípios (IBGE, 2015b, 2020a, 2020b).

Observa-se também que até a chegada dos parques eólicos – 2010 para o Território Mato Grande e 2016 para o Território Seridó – o VAB industrial dos municípios eólicos e não eólicos apresentavam evolução semelhante. Portanto, a chegada dos empreendimentos eólicos nos territórios Mato Grande e Seridó modificou o comportamento do PIB municipal, evidenciado pelo aumento do VAB per capita industrial. Como o valor adicionado do setor industrial praticamente seguiu a trajetória evolutiva do PIB, fica a percepção de que a contribuição dos outros setores econômicos – agropecuária, serviços e administração pública – não se distanciou do observado nos municípios que não receberam parques eólicos. Por outro lado, nos Territórios Açu-Mossoró e Sertão Central Cabugi, o comportamento do VAB industrial e do PIB não se vincula, pelas características socioeconômicas destes, de forma significativa à chegada da indústria eólica.

A análise da evolução econômica de um dado município permite visualizar a evolução do PIB e seus componentes. Tal procedimento mostra como se dá o comportamento setorial, permitindo visualizar quais setores econômicos se destacam em determinado período. Neste sentido, a Figura 16 retrata o desenvolvimento dos componentes setoriais do PIB, no período de 2008 a 2018, para o Território Mato Grande, pela importância que este assume no cenário eólico do Rio Grande do Norte, contemplando um conjunto de municípios. São mostrados os casos dos municípios de: João Câmara; Parazinho; Pedra Grande; São Bento do Norte; Ceará-Mirim; São Miguel do Gostoso; Jandaíra e Touros, escolhidos em função da repercussão da indústria eólica na sua área de abrangência. Para cada município é retratada a evolução do valor adicionado da indústria, serviços, administração pública e agropecuária.

João Câmara possui população estimada para 2020 de 35.160 habitantes e conforma-se como um polo econômico para os outros municípios do seu entorno tendo, portanto, economia mais complexa e maior diversidade de atividades. As instalações eólicas entraram em operação a partir de 2012, atingindo um pico em termos de MW instalado em 2014, com 402 MW, e chegando a 742 MW acumulados em 2018. Chama a atenção o salto ocorrido no setor de indústria de João Câmara. De uma participação residual, semelhante ao setor agropecuário até a chegada dos parques eólicos, o valor adicionado da indústria cresceu mais de vinte vezes de 2011 a 2016, em que inicialmente, em 2008, tinha o valor de R$ 309, chegando a R$ 7.808 em 2018. O grande afluxo de equipamentos e de trabalhadores requeridos para a instalação dos parques eólicos na

região, que teve João Câmara como base de operações, foi o fato econômico dominante para o município no período.

No setor da administração pública o valor adicionado real per capita cresceu 20%, saindo de R$ 2.184 em 2008 até R$ 2.613 em 2018. O setor de serviços já vinha vivenciando um crescimento antes da chegada dos parques ao município, refletindo o bom ambiente econômico existente no país até então. O valor adicionado real per capita deste setor cresceu 44% de 2008 a 2011, e 49% de 2011 a 2018, o que significa que dobrou de valor entre 2008 e 2018, indo de R$ 1.488 até R$ 3.194. Já a participação da agropecuária reduziu-se em 42%, ou seja, de R$ 398 para R$ 230 no período de 2008 a 2018.

Ceará-Mirim, município mais populoso do Território Mato Grande, possui uma população de 73.886 habitantes. Com uma capacidade instalada de apenas 146 MW, não tem uma participação destacada no cômputo estadual. No período de 2008 a 2018, o setor industrial decresceu 30% em seu VAB per capita, passando de R$ 404 em 2008 a R$ 283 em 2018. O pico verificado de R$ 913 em 2013 pode refletir os primeiros movimentos da indústria eólica no Território Mato Grande, associado a outros empreendimentos de caráter público e privado, a exemplo de hospitais, escolas, dentre outros.

A administração pública cresceu 7% no período, de R$ 2.367 a R$ 2.534, e o setor de serviços cresceu 22%, de R$ 1.857 a R$ 2.262. Portanto, em que pese a presença econômica de Ceará-Mirim perante outros municípios do território, não se verificou destaque na evolução do valor adicionado setorial quando confrontado com o período de implantação de parques eólicos no município. Já a agropecuária decresceu 47% no valor adicionado real per capita entre 2008 e 2018, passando de R$ 420 a R$ 286, refletindo as instabilidades do setor sucroalcooleiro, principal produto agrícola do município, bem como a variabilidade climática característica da região.

Parazinho, a exemplo de João Câmara, é um dos locais com as condições de ventos mais favoráveis para a geração de eletricidade a partir da fonte eólica (BRASIL, 2001). Com uma pequena população de 5.272 habitantes, e igualmente baixos indicadores socioeconômicos, o município contabilizava 629 MW instalados em 2018. Conforme se observa na Figura 16, o valor adicionado real per capita do setor industrial teve um salto gigantesco, saindo de R$ 134 para R$ 35.251, ou seja, aumento de 200 vezes, representando de forma inconteste a chegada da indústria eólica na região. Nos outros setores econômicos, como o de serviços, houve crescimento de R$ 629 a R$ 2.507, ou 03 vezes e meia, e administração pública que cresceu 32% entre 2008 e 2018. A

agropecuária, a exemplo de João Câmara, reduziu o valor adicionado em 51% no período, saindo de R$ 720 em 2008 até R$ 307 per capita. Portanto, o município experimentou aumento explosivo no seu PIB industrial, crescimento razoável nos serviços, modesto na administração pública, e retração no setor da agropecuária.

Em Jandaíra, com população estimada para 2020 em 6.893 habitantes, e contando com 219 MW instalados de energia eólica até 2018, o valor adicionado real per capita da indústria aumentou três vezes e meia, passando de R$ 138 a R$ 470 no período de 2008 a 2018. Foi alcançado um pico de R$ 6.492 no auge da instalação dos parques eólicos no município, em 2016, fato também verificado no setor de serviços, que por sua vez passou de R$ 541 a R$ 1.145 – cresceu 02 vezes –. O setor da administração pública cresceu 17%, e a agropecuária decresceu 18%, passando de R$ 253 a R$ 207 no período. Depreende-se que neste município o setor industrial obteve alto crescimento quando comparado aos outros setores econômicos, mas por um período mais curto e em menor magnitude do que os outros municípios já mencionados. Pelo que se manifesta na Figura 16, o destaque alcançado pelos setores industrial e de serviços, especialmente o primeiro, coincide com o período de início das operações dos parques eólicos. Tal fato sugere que a chegada da energia eólica alterou a dinâmica do município nos setores industrial e de serviços entre 2015 e 2017.

Os municípios contíguos de Pedra Grande e São Bento do Norte têm representado na Figura 16 a evolução do valor adicionado real per capita no período que está sendo analisado. Até 2018, Pedra Grande possuía 241 MW de energia eólica instalados, e São Bento do Norte 349 MW. Em 2020 a população estimada de Pedra Grande era de 3.199 habitantes, e São Bento do Norte de 2.717 habitantes. Percebe-se que em ambos se sobressai o desempenho da indústria perante os outros setores, onde em Pedra Grande o valor adicionado per capita da indústria passou de R$ 183 a R$ 21.148 – aumento de 115 vezes – e São Bento do Norte de R$ 206 a R$ 19.759 – aumento de 96 vezes –, particularmente em 2014, refletindo também a chegada da indústria eólica. No setor de serviços, na administração pública e agropecuária, os dois municípios apresentam desempenho semelhante, sem alteração na trajetória evolutiva como se deu no setor industrial. Entre 2008 e 2018, Pedra Grande registrou para o setor de serviços um salto de 321%, passando de R$ 703 a R$ 2.958. Na administração pública, verificou-se variação de 9%, ou seja, de R$ 2.707 a R$ 2.958. Quanto ao setor agropecuário, este cresceu 85%, passando de R$ 606 a R$ 1.121. Em São Bento do Norte o setor de serviços variou positivamente em 656%, aumentando de R$693 a R$ 5.238. No setor da

administração pública a variação verificada foi de 57%, quando passou de R$ 2.746 a R$ 4.301. Finalmente o setor agropecuário aumentou 81%, indo de R$ 1.191 a R$ 2.156 no período em análise.

Os municípios litorâneos de São Miguel do Gostoso, com 10.362 habitantes, e Touros, com 33.503 habitantes, possuíam, até 2018, 216 MW e 98 MW instalados em energia eólica, respectivamente. Em São Miguel do Gostoso o valor adicionado real per capita do setor industrial cresceu 113 vezes entre 2008 e 2018, passando de R$ 112 a R$ 12.708, valendo destacar que o efetivo crescimento teve início em 2014. Em Touros, o mesmo setor cresceu 15 vezes, passando de R$ 174 a R$ 2.723, com crescimento real a partir de 2016. Tanto em São Miguel do Gostoso quanto em Touros esse crescimento é coincidente com a chegada dos empreendimentos eólicos. Tal assertiva também se aplica ao setor de serviços, que aumentou 05 vezes, de R$ 733 a R$ 3.766 em São Miguel do Gostoso, e aumentou 03 vezes, de R$ 804 a R$ 2.357 em Touros no período em análise. O setor de administração pública apresentou crescimento de baixo destaque. Em São Miguel do Gostoso aumentou 23%, saindo de R$ 2.414 a R$ 2.970, e em Touros, o aumento foi de 9%, de R$ 2.411 a R$ 2.631 no período, mostrando pouca influência da chegada da indústria eólica no setor. O setor de agropecuária registrou uma retração no valor adicionado de 22% em São Miguel do Gostoso, passando de R$ 689 a R$ 539, enquanto em Touros esse setor cresceu 9%, passando de 1.099 a R$ 1.357 entre 2008 e 2018. Assim, em São Miguel do Gostoso e Touros a chegada da indústria eólica coincidiu com o aumento verificado no valor adicionado do setor industrial, que se destacou em relação à evolução observada nos outros setores.

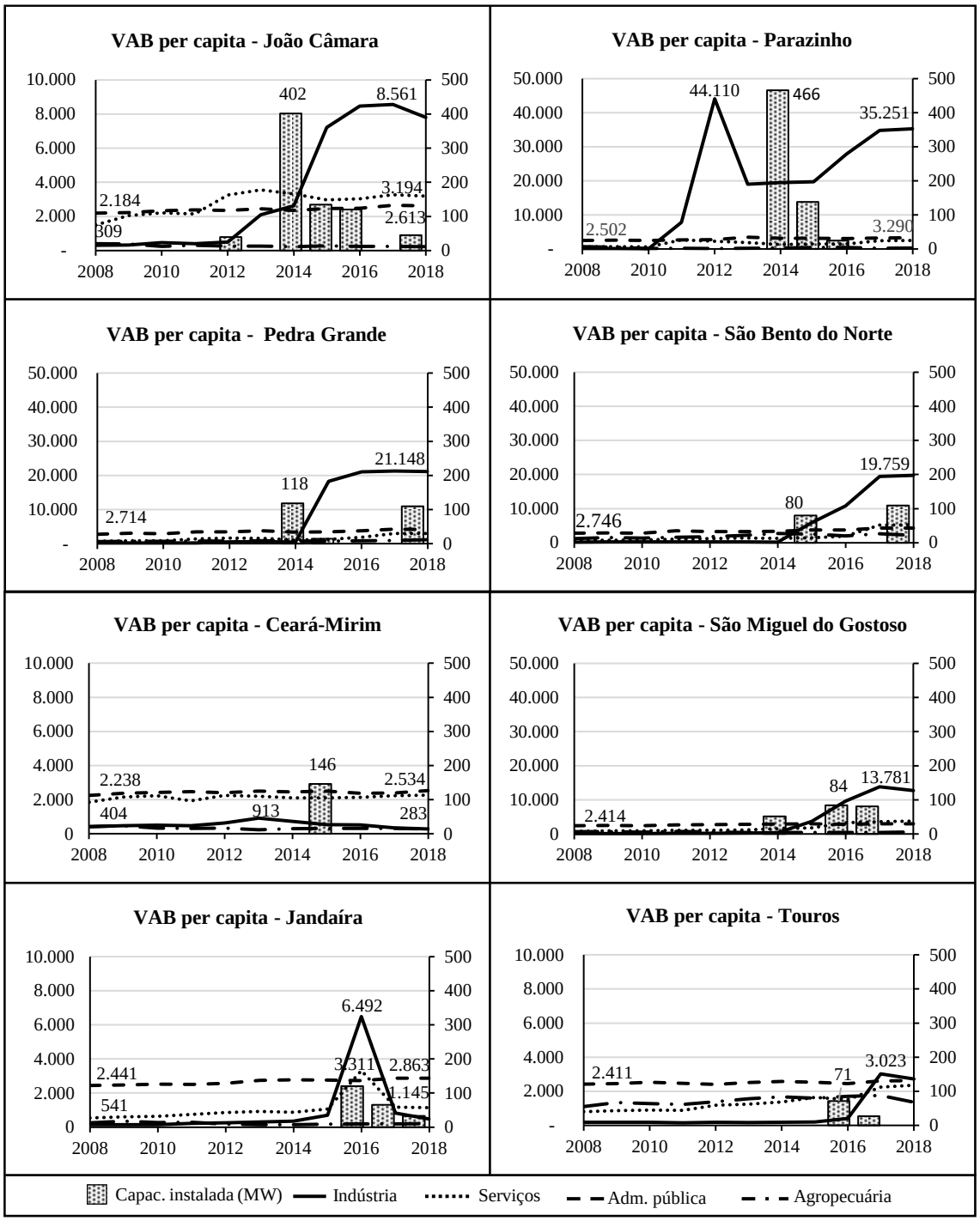


Figura 16 Evolução do VAB per capita real municipal, em R$, para os municípios do território Mato Grande: João Câmara; Parazinho; Pedra Grande; São Bento do Norte; Ceará-Mirim; São Miguel do Gostoso; Jandaíra; e Touros – eixo esquerdo –. Considera-se o VAB setorial de: indústria; serviços; administração pública; e agropecuária. Período de 2008 a 2018. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por município.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020b) e IBGE (2020a, 2020b).

Os dados apresentados permitem concluir que a chegada dos parques eólicos ao Rio Grande do Norte impactou fortemente no PIB per capita dos municípios eólicos do território Mato Grande, especialmente: Parazinho; João Câmara; Pedra Grande e São

Bento do Norte. Impactou também, porém em menor intensidade, os municípios de São Miguel do Gostoso, Jandaíra e Touros. Ceará-Mirim, principal economia do território até 2008, não experimentou expansão significativa no PIB real per capita no decênio 2008 a 2018, resultando que já em 2018, João Câmara, repercutindo as atividades da indústria eólica, passou a ser a maior economia do território.

3.2.3 Rebatimentos Fiscais

A compreensão de como repercute e atua um empreendimento de grande porte em regiões de baixo desenvolvimento socioeconômico e cultural, como é o caso dos Territórios sobre os quais avança a indústria eólica no RN, torna mister a realização de estudos que desvelem tais empreendimentos. Nesses termos, como exemplo, objetivando discutir os benefícios socioeconômicos advindos da chegada dos parques eólicos do estado, COSTA (2015) se debruça sobre quatro municípios eólicos do Rio Grande do Norte: João Câmara; Rio do Fogo; Pedra Grande e Parazinho. Vale mencionar que em Rio do Fogo foi instalado o primeiro parque eólico no Rio Grande do Norte, em 2006, a partir das ações do PROINFA. O referido parque está localizado no distrito de Zumbi, litoral leste do estado, distante 81 km ao norte da capital do estado (IMPROTA, 2008). Em seu estudo, COSTA (2015) realiza entrevista com diferentes atores que de alguma maneira tiveram envolvimento direto ou indireto com a implantação dos parques eólicos: especialista do setor; gestor estadual; prefeitos, secretários/as municipais e moradores dos municípios que abrigam parques eólicos. O autor busca, a partir dos conceitos de efeitos de encadeamento do investimento produtivo para frente, para trás, de consumo e tributário, desenvolvidos por HIRSCHMAN (2008), questionar se tais efeitos estariam ocorrendo a partir da implantação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte.

O encadeamento para trás considera o aumento da demanda de matérias-primas, insumos e bens de capital em uma região para o funcionamento de determinada atividade ali implantada. Já o encadeamento para frente avalia o elemento produzido como matéria-prima para outras atividades, no caso a energia elétrica disponibilizada pelos parques eólicos. No encadeamento do consumo, espera-se da atividade, pelo efeito da geração de renda, que fomente outras atividades comerciais, alavancando uma maior utilização de bens de consumo. Por fim, o encadeamento tributário avalia se a atividade promove aumento na arrecadação dos entes estatais.

Quanto aos encadeamentos para trás, o estudo de COSTA (2015) identifica uma maior movimentação na cadeia da construção civil, especialmente o elemento cimento para a construção das torres dos aerogeradores, como aspecto mais relevante. Quanto aos outros elementos constituintes, estes vieram de mercados estabelecidos fora do estado. No encadeamento para frente, referenciado no fato de que a energia elétrica ofertada pelo parque gerador eólico instalado no estado ser entregue ao sistema interligado, o Rio Grande do Norte responde apenas por uma fração do volume gerado de energia elétrica. Dessa forma, tal encadeamento tem seu efeito verificado majoritariamente fora do estado. Quanto ao encadeamento de consumo, este efeito tem se registrado mais fortemente no período de construção dos parques.

Devido ao seu caráter temporário, é nos municípios que abrigam um maior número de parques que esse efeito se revela. Por fim, o efeito de encadeamento tributário é auferido pela maior arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN – de âmbito municipal. O ISSQN tem sua alíquota de 5% sobre os serviços da construção dos parques, e posteriormente nas suas atividades de manutenção. Pelos depoimentos presentes no estudo de COSTA (2015), é possível inferir que as atividades de manutenção ocorrem em menor volume, sendo o maior montante do ISSQN atribuído aos serviços vinculados à construção dos parques. Nesse contexto, COSTA (2015) aponta que o volume do ISSQN arrecadado pelos municípios foi aplicado prioritariamente na melhoria e atualização de prédios públicos, a exemplo de escolas, postos de saúde, dentre outros. Os recursos também contribuíram para recuperação e melhoria de estradas e acessos. Vale registrar que os depoimentos a esse respeito apontaram problemas quanto à manutenção das estradas, devido à grande movimentação de caminhões no transporte de grandes e pesadas estruturas, o que terminou por degradar muitas das vias existentes, e por consequência drenou parte significativa dos recursos municipais.

Percebe-se que na visão dos gestores e especialistas ouvidos, o desenvolvimento da energia eólica se faz necessário como alternativa à substituição das fontes fósseis, contribuindo assim para a mitigação dos potenciais impactos decorrentes da denominada mudança global do clima, mantendo e ampliando também o perfil renovável da matriz elétrica brasileira. Os gestores públicos municipais, em geral, reconhecem a contribuição do setor eólico para os orçamentos dos municípios, e afirmam que este propiciou melhorias pontuais na infraestrutura de serviços públicos, apesar de insuficientes e do seu caráter temporário. Percebem também, juntamente com os munícipes, os impactos sociais negativos decorrentes do maior afluxo de pessoas externas às municipalidades, o que

pressiona a oferta de serviços públicos, especialmente no atendimento à saúde (COSTA, 2015).

Cotejando as receitas tributárias dos municípios eólicos do Rio Grande do Norte, interessa a esta pesquisa conhecer a sua evolução. A Tabela 11 mostra os valores de ISSQN, cota de ICMS e Receita Corrente para os municípios eólicos do Rio Grande do Norte[11]. Mostra também valores pagos a título de arrendamento pelo uso de terras para abrigar torres eólicas. Por meio de metodologia desenvolvida em estudo apresentado por OLIVEIRA *et al*. (2020), considerando-se capacidade total eólica instalada no país de 14.710 MW[12], e um dispêndio total de R$ 169,7 milhões, chega-se à razão de R$ 11.536,37 pagos por MW no ano de 2018. Aplicando-se esta razão à capacidade instalada no Rio Grande do Norte, obtêm-se os valores apresentados na Tabela 11. Como forma de ilustrar uma comparação entre os volumes financeiros advindos de tributos e renda fundiária por arrendamento, esta tabela também fornece as cifras de dispêndio do governo federal para o Programa Bolsa Família, juntamente com a média de famílias beneficiadas em cada município no ano de 2018 (BRASIL, 2020).

[11] Os valores de ISSQN e da cota de ICMS são apresentados na tabela em mil reais e em percentual da Receita Corrente municipal, para o ano de 2017 (BRASIL, 2021a).
[12] Capacidade instalada em dezembro de 2018 (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Tabela 11 Receita tributária de ISSQN, Cota de ICMS e Receita corrente, no ano de 2017, nos municípios eólicos e estado do Rio Grande do Norte, em mil reais. Percentuais de ISSQN e Cota de ICMS em relação à receita corrente. Valores de arrendamentos pagos a proprietários de terrenos com torres eólicas, por município, em 2018, em mil reais. Valores pagos a beneficiários do Programa Bolsa Família nos municípios eólicos, em 2018, em mil reais, e média de famílias beneficiadas.

Território eólico	Município eólico	ISSQN		Cota ICMS		Receita Corrente	Arrendamento anual	Bolsa Família	
		Mil R$	%	Mil R$	%	Mil R$	Mil R$	Famílias (média)	Total (Mil R$)
	RN	**531.671**	**6**	**1.494.338**	**17**	**8.914.125**	**53.881**	**350.172**	**759.786**
Mato Grande	C. Mirim	4.897	4	8.205	6	138.812	1.682	7.741	14.939
	Jandaíra	4.279	20	2.499	12	21.399	2.523	1.177	2.203
	J. Angicos	29	0	1.525	11	14.149	685	466	1.116
	J. Câmara	5.672	8	10.563	15	72.462	8.555	5.651	15.125
	Parazinho	1.355	6	5.592	24	23.216	7.259	931	2.655
	P. Grande	4.514	19	2.986	13	23.424	2.787	628	2.001
	R. do Fogo	1.404	4	3.820	12	32.417	892	1.897	5.376
	S. B. Norte	5.816	27	1.983	9	21.361	4.903	696	1.685
	S. M. Gostoso	1.999	7	4.274	10	27.180	3.191	1.176	2.841
	Touros	3.074	4	5.737	8	70.113	1.135	4.855	10.528
Sertão Central Cabugi	Galinhos	764	4	4.807	28	17.018	1.368	294	655
	Guamaré	15.484	7	157.255	69	228.879	3.282	2.122	5.325
	Macau	1.990	3	17.775	23	78.126	790	3.105	5.152
Seridó	Bodó	2.106	10	5.200	26	20.227	2.999	538	1.023
	C. Corá	2.287	8	2.298	8	28.805	461	1.583	3.642
	L. Nova	1.544	4	2.590	8	34.360	1.061	2.583	5.329
	S. do Matos	583	2	6.189	21	29.414	208	1.958	3.235
	Ten. L. Cruz	0,00	0	0,00	0	26.121	323	999	2.328
Açu-Mossoró	A. Branca	9.223	11	18.363	23	80.918	1.850	2.567	4.917
	S. do Mel	2.661	7	3.189	8	38.704	7.927	2.140	5.339
	Total eólicos	**69.682**		**264.850**		**1.027.105**	**53.881**	**43.106**	**95.413**

Fonte: elaboração própria a partir de BRASIL (2020, 2021a); OLIVEIRA *et al.* (2020).

Os dados apresentados na Tabela 11 permitem observar que nos municípios de Bodó, São Bento do Norte, Parazinho e Galinhos, o valor auferido pelos arrendamentos supera em duas a três vezes o valor dispendido para pagamentos do Programa Bolsa Família, programa federal de transferência de renda à população de baixa renda. Registra-se também, que dos vinte municípios eólicos do estado, em oito o valor anual pago pelos arrendamentos excede o montante injetado pelo Bolsa Família nessas localidades. Frise-se que os valores correspondentes aos arrendamentos são apropriados por um número limitado de famílias, enquanto o Bolsa Família é altamente pulverizado. Tal realidade compõe o cenário de concentração de renda verificado no estado.

3.2.3.1 Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN

O ISSQN recolhido tem todo o seu montante diretamente incorporado nas contas municipais. No que concerne à indústria eólica, é fundamentalmente vinculado às

atividades da construção civil, embora não se possa desconsiderar na sua arrecadação a importância das atividades associadas aos serviços técnicos especializados, transporte, hotelaria, alimentação e consultorias diversas.

A Figura 17 mostra a evolução do número índice[13] para o valor recolhido de ISSQN, bem como o percentual do ISSQN em relação à Receita Corrente municipal por território eólico, considerando na análise 2007 como ano-base, o qual assume no gráfico o valor 100. Também é apresentada a capacidade instalada em energia eólica em MW para cada Território, a saber:

i) Mato Grande;
ii) Açu-Mossoró;
iii) Seridó;
iv) Sertão Central Cabugi.

Para a análise foi utilizado o decênio de 2007 a 2017, por comportar o período de implementação da maior parcela dos parques no Rio Grande do Norte. Para efeito de comparação, ao exibir a evolução em cada território, inclui-se o dado em nível estadual. Para cada território é analisada a situação de municípios eólicos e não eólicos. Observa-se que no Rio Grande do Norte o volume do ISSQN real recolhido permanece praticamente constante ao longo do período de análise, o mesmo ocorre com o percentual de recolhimento do ISSQN em relação à Receita Corrente, o qual se mantém em um percentual em torno de 6% ao longo de todo período.

[13] Número índice é um instrumento utilizado para sintetizar modificações em variáveis econômicas durante um período, apresentando-as por meio de variações relativas (STEVENSON, 1986, p. 396).

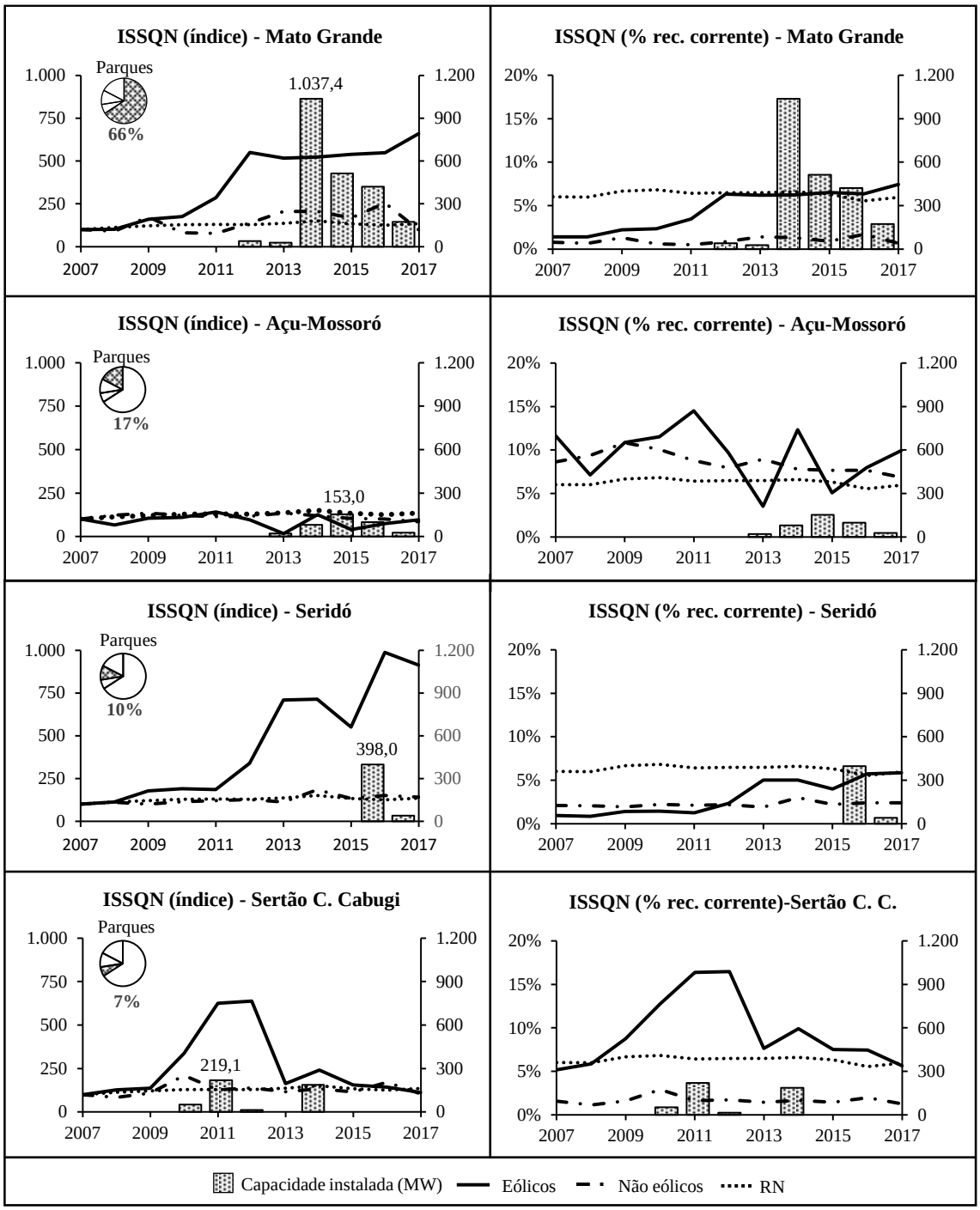


Figura 17 Evolução do número índice de ISSQN recolhido nos municípios eólicos e não eólicos, e nível estadual, percentual de ISSQN por receita corrente municipal no período de 2007 a 2017 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020b) e BRASIL (2021b, 2021a).

Conforme pode ser visualizado na Figura 17, no Território Mato Grande, onde estão instalados 66% dos parques eólicos do estado, nota-se a partir de 2010 uma mudança de patamar no ISSQN, saindo de valores próximos a 2% da Receita Corrente municipal no ano de 2010, alcançando o patamar 6% em 2012. Na sua trajetória, ultrapassa o nível

do ISSQN estadual a partir de 2015. Nota-se, portanto, que as contribuições ao ISSQN advindas da implantação dos parques eólicos no território decorrem, principalmente, do processo de construção destes, cujas obras civis impulsionaram a arrecadação desse imposto municipal. Registre-se que o aumento na arrecadação do ISSQN ocorre antes de consignada a finalização da obra, reafirmando assim a importância da etapa inicial relativa às obras civis e infraestrutura de conexão elétrica.

Processo semelhante é registrado no Território Seridó, onde os municípios eólicos registraram um salto no volume de arrecadação do ISSQN a partir do início da construção dos parques. Vale destacar que o percentual de ISSQN nos municípios eólicos, antes inferior àqueles verificados nos não eólicos, passa a assumir valores superiores a estes em 2012. A partir de 2016, o percentual do ISSQN assume valores semelhantes ao percentual estadual.

Ao avaliar a estrutura produtiva desse Território, tomando como referência BRASIL (2015c), verifica-se que a base econômica dos seus municípios eólicos se assenta em uma agricultura de subsistência. Com 438 MW de capacidade instalada, em 17 empreendimentos, localizados na Serra de Santana, distribuídos em cinco municípios, este Território registra uma reduzida penetração da indústria eólica, permitindo depreender que os empreendimentos eólicos não ditam a dinâmica econômica ali existente.

O Território Sertão Central Cabugi comporta municípios que já possuíam uma base industrial instalada, notadamente Guamaré, com o polo de operações da Petrobras, e Macau e Galinhos, tradicionais municípios produtores de sal. Tal fato posiciona a receita do ISSQN, até 2009, em patamar próximo ao nível estadual. No período de 2009 a 2014 são instalados 418 MW em energia eólica. Nesse intervalo é observado um salto na arrecadação deste imposto, o qual não pode ser creditado exclusivamente à expansão da indústria eólica no território, em virtude de sua reduzida participação.

O Território Açu-Mossoró abriga os municípios eólicos Areia Branca e Serra do Mel. O município de Areia Branca é um tradicional produtor de sal; já o município de Serra do Mel é um conjunto de assentamentos rurais de tradição como produtor de castanha de caju e mel. Neste Território, a exemplo do Território Sertão Central Cabugi, a chegada da indústria eólica não foi capaz de alterar a dinâmica da arrecadação do ISSQN, quer pela baixa dimensão da capacidade eólica instalada, quer pela presença econômica do município não eólico de Mossoró – principal polo econômico do território –, que abriga um polo industrial, agroindústria e de exploração de petróleo e gás.

3.2.3.2 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS

O ICMS é a principal fonte de arrecadação própria do estado do Rio Grande do Norte. Em 2020, para o volume de receitas correntes obtidas pelo estado de R$ 14.616.272.422,62, o ICMS perfez R$ 5.881.812.234,57, ou seja, 40,2% delas (RIO GRANDE DO NORTE, 2021). LAGE e PROCESSI (2013) mostram que o segmento de energia eólica, por meio dos Convênios 101/97, 109/14, 230/17 e 204/19 do Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ –, goza de isenção de cobrança de ICMS sobre aerogeradores e outros acessórios, como: reguladores; controladores; componentes internos; e torres (BRASIL, 1997). Tal mecanismo vem continuamente sendo renovado e ampliado, juntamente com a isenção em outros impostos indiretos como o Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI – e o Imposto de Importação – II –, no sentido de servir de incentivo à implantação da indústria eólica no país (POMMORSKY, 2018).

OLIVEIRA *et al.* (2020) identificaram para o período de 2011 a 2018 um volume de investimentos de R$ 88,1 bilhões – US$ 31,3 bilhões – da indústria eólica no Brasil, responsáveis pela instalação de 15,4 GW até então. Estes valores permitem estimar o montante de renúncia da arrecadação de ICMS que os estados com instalações eólicas totalizaram. O autor pondera que 80% dos investimentos em um parque eólico são alocados na aquisição de máquinas e equipamentos diversos, cabendo à produção nacional 70% deste montante, sendo o restante – 30% – adquirido no exterior. Com isso, 20% do montante dos investimentos destina-se à construção e montagem dos parques. Quanto às máquinas e equipamentos, o cálculo do ICMS leva em consideração a região de origem de tais produtos, incidindo assim a tarifa interestadual do imposto. Vale destacar que as regiões Sul e Sudeste são aquelas onde, preponderantemente, se localiza o núcleo da cadeia produtiva do setor.

Logo, admitindo-se que para o Rio Grande do Norte as máquinas e equipamentos são provenientes de outros estados, conforme já identificado em ABDI (2014), faz-se aqui um exercício que aponte os valores de recolhimento de ICMS que o estado vem abrindo mão para que nele desenvolva-se a indústria eólica. Considera-se no exercício o recolhimento de um diferencial de alíquotas de ICMS de 11%, entre aquela praticada no estado – 18% – e a vigente em outros entes federativos, para a aquisição de máquinas e equipamentos, que seria auferido na ausência da legislação que ampara a renúncia fiscal.

No caso das atividades da construção civil, esta renúncia alcança a alíquota de 18%, percentual praticado localmente. Inserindo-se tais aspectos no exercício proposto, e

tomando-se os valores apresentados por OLIVEIRA *et al.* (2020), tem-se que de uma estimativa de R$ 20,2 bilhões de investimento da indústria eólica no estado em 07 anos – 2011 a 2018 –, chega-se às cifras de R$ 1,79 bilhão em renúncia fiscal referentes a máquinas e equipamentos. Já as renúncias fiscais relativas à construção civil alcançam R$ 729 milhões. No total, o estado do Rio Grande deixou de arrecadar R$ 2,51 bilhões fruto da renúncia fiscal praticada no período em análise. Em uma perspectiva anual, esses valores estão estimados em um montante de R$ 358,56 milhões por ano de renúncia de ICMS praticado pela Fazenda estadual, cerca de 6% da receita anual de ICMS no estado.

Incentivos e subsídios são mecanismos tradicionais adotados por governos indistintamente, no sentido de estimular o desenvolvimento, principalmente industrial, de uma região (CHANG, 2004). Por sua vez, BLACK *et al.* (2014) analisam a retirada de incentivos fiscais à indústria eólica em Idaho, nos Estados Unidos, e assevera que a retirada desses incentivos pode tornar menos atrativa a instalação de parques, observando-se reflexos econômicos negativos. Dessa forma, do exercício aqui iniciado, e considerando-se o tempo de mais de 20 anos da implementação de alguns incentivos à indústria eólica no país, sugere-se a necessidade de aprofundamento do conteúdo em futuras pesquisas, no sentido da pertinência de se flexibilizar alguns incentivos, ou de se buscar outras formas de compensação, para que os objetivos relativos ao desenvolvimento possam contar com fonte de financiamento.

Reconhece-se aqui a existência de um efeito indireto de recolhimento de ICMS na economia estadual. Este decorre do volume de recursos gerados pela movimentação das obras de construção dos parques eólicos, fato que se dá pelo espraiamento da cobrança de impostos nos outros setores, especialmente no de serviços e comércio local. Há que se ponderar, no entanto, que tal efeito pode ser reduzido devido à elevada informalidade vigente nas economias desses municípios.

3.2.3.3 Receita Corrente Municipal

A exemplo da análise sobre o ISSQN, investiga-se aqui a evolução do Número Índice para a Receita Corrente municipal real para o período 2007 a 2017, tomando-se por base o ano de 2007 como índice 100, conforme mostra a Figura 18. Percebe-se que no estado do Rio Grande do Norte essas receitas cresceram 36,22% no período em análise. O território Mato Grande apontou um crescimento de 26,15% para os municípios eólicos e 15,67% para os não eólicos. No território Seridó esses percentuais atingem 44,13% e

23,50% para os municípios eólicos e não eólicos, respectivamente. No território Açu-Mossoró esse fator foi de 12,05% nos municípios eólicos e 7,03% naqueles não eólicos. Já no território Sertão Central Cabugi, tem-se 3,66% e 29,39%, respectivamente. Ao se analisar o comportamento da Receita Corrente estadual, que ao final do período em questão cresceu 36,22%, verifica-se que, durante o período de instalação dos cerca de 3.551 MW em energia eólica no estado, este processo não avultou em saltos de crescimento nessa receita. Isso pode ser creditado ao fato de que os volumes de tributos advindos da indústria eólica se diluem na cesta de receitas auferidas pelo estado, da qual a indústria eólica aporta recursos fundamentalmente provenientes do ICMS, o qual manteve no período sua participação na receita total do estado entre 15% e 17%.

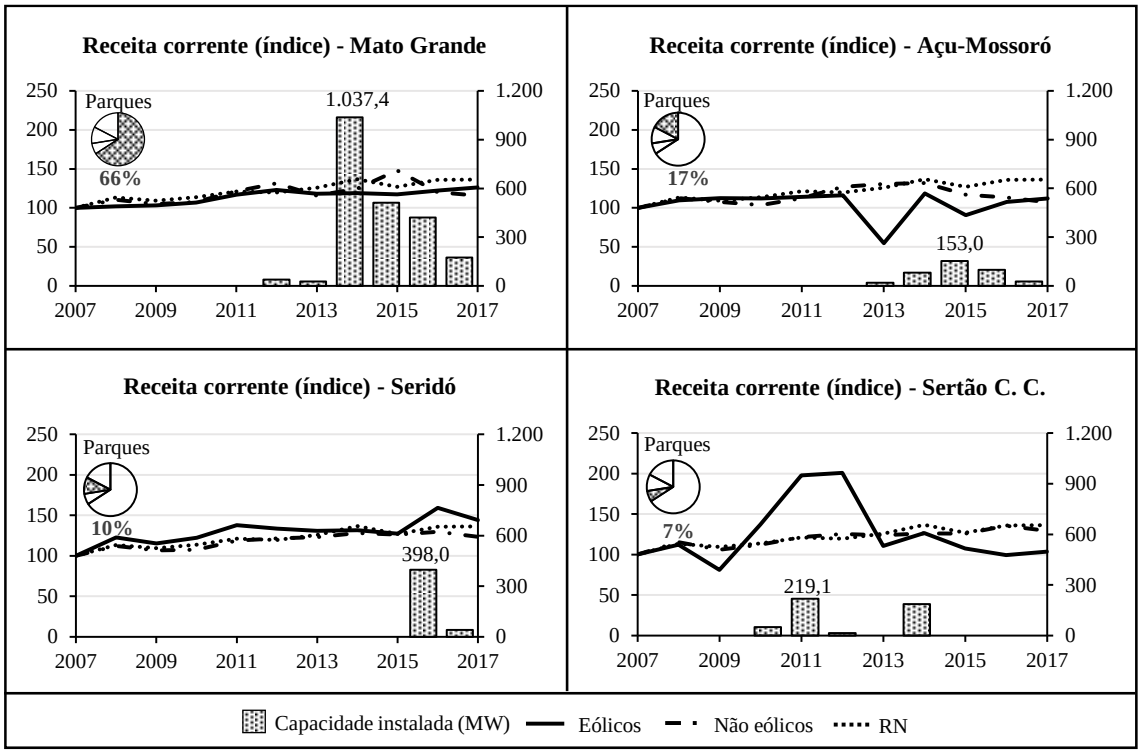


Figura 18 Receita corrente de municípios eólicos, não eólicos e o Rio Grande do Norte, no período de 2007 a 2017 – eixo esquerdo –. Evolução da capacidade instalada por território, em MW – eixo direito –, e percentual de parques eólicos por território.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020b) e BRASIL (2021b, 2021a).

Quando avaliada a Receita Corrente dos municípios, essa sofre alteração em função de como varia o volume de recursos do ISSQN gerado no município, além de outros itens de receitas, como as transferências. No caso do Território Mato Grande, local onde se instalou a maioria dos parques eólicos, percebe-se que a chegada dos parques não alterou significativamente a evolução da Receita Corrente dos municípios do Território.

3.2.4 Geração de Empregos

A literatura mostra ser a geração de empregos pelas energias renováveis um dos maiores atrativos para justificar a sua implementação. Instituições como a IRENA elaboram relatórios específicos sobre geração de empregos no setor de energias renováveis. Em seu relatório de 2020, a IRENA destaca a estimativa de 11,5 milhões de empregos gerados no mundo no setor, sendo 1,2 milhão deles em energia eólica em 2019. 85% dos empregos em energia eólica concentram-se em 10 países, dos quais China, Alemanha e Estados Unidos reúnem cerca de 65% deles. Para o Brasil, a estimativa aponta para a existência de uma força de trabalho de 18.750 empregos (IRENA, 2020b).

O movimento ambientalista também vem elaborando estimativas para a geração de empregos ligados à utilização de fontes de energia renovável. Neste sentido, o Greenpeace Brasil, por meio do relatório [R]evolução energética aponta para 2030, numa perspectiva de atingimento da meta de 100% no uso de fontes renováveis na matriz energética brasileira, a geração de 21.332 empregos em energia eólica no Brasil (GREENPEACE BRASIL, 2016).

A geração de empregos decorrentes da instalação dos parques eólicos é mencionada pela Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEÓLICA – como atrativo para justificar a implantação dos empreendimentos eólicos no país. Analisando-se seus sucessivos relatórios anuais de geração eólica desde 2012 até 2019, verifica-se a citação à questão do emprego nos três primeiros relatórios com cifras de 15 mil empregos, chegando até 37 mil no de 2014. Há no relatório de 2015 menção à geração de emprego e desenvolvimento de economias locais. Já no relatório de 2016 percebe-se uma mudança no tom otimista em virtude do cancelamento de leilões de geração por parte da ANEEL, influenciado pela crise política instaurada no país após 2016. Neste, não há menção à questão do emprego. Nos relatórios de 2017 e 2018 a questão do emprego vem vinculada à ideia de fixação do homem no campo, e no de 2019 o emprego não é mencionado. Assim percebe-se que, do ponto de vista dos investidores, o entusiasmo que vigorou no setor até 2015, com crescentes adições de capacidade instalada em energia eólica, foi dando lugar a uma narrativa menos otimista, que se refletiu numa redução no ritmo de implantação de parques no país desde então. A geração de empregos, antes ilustrada por meio de números expressivos, vai sendo lembrada de forma mais escassa (ABEEÓLICA, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019b).

Estudo realizado por SIMAS (2012), apoiado em outros estudos, como os de BLANCO e RODRIGUES (2009); HUR *et al*. (2005); KAMMEN e PACCA (2004); e RUGANI *et al.* (2012), avaliou o potencial de geração de empregos da energia eólica no Brasil. Nele, a autora constrói indicadores de geração de empregos – empregos-ano/MW – para as atividades de: fabricação de naceles, pás e torres; construção dos parques; e operação e manutenção, considerando empregos de caráter permanente aqueles ligados às atividades de operação e manutenção, por serem demandados durante toda a vida útil dos parques. Já os empregos ligados à fabricação dos equipamentos e construção são temporários, uma vez que são requisitados em maior ou menor quantidade em função da demanda por novas instalações. Dessa forma, a autora reafirma o que já vem sendo posto na literatura: i) a etapa de desenvolvimento tecnológico requer empregos de alta qualificação, os quais se realizam fundamentalmente em locais apartados dos sítios de aproveitamento. Tais empregos são estáveis e permanentes; ii) as etapas de construção e descomissionamento são aquelas que demandam o maior número de empregos, de média espacialidade, em regime temporário, os quais se realizam no local de aproveitamento. Vale ressaltar que em regiões de baixo desenvolvimento econômico, como é o caso dos parques eólicos no Rio Grande do Norte, a qualificação profissional da população assentada no entorno dos empreendimentos não atende aos requisitos dessa etapa, fazendo com que tais empregos sejam recrutados em locais outros que não a municipalidade onde se realiza o empreendimento; iii) as etapas de operação e manutenção requerem um baixo quantitativo de operários, os quais apresentam média especialização, atuando no local de aproveitamento de forma permanente.

O pensamento econômico aponta que o volume de empregos reflete a dinâmica existente em uma determinada economia. O emprego formal é aquele registrado em carteira profissional no Brasil. Configura-se em uma modalidade de contratação que deve garantir direitos aos trabalhadores e reforçar a arrecadação fiscal, na forma de fundo previdenciário e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS –. No Brasil o registro do emprego formal é feito por meio da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS – (BRASIL, 2021c), nesta tese expresso no nível municipal, considerando as atividades econômicas orientadas pela CNAE 2.0[14] (IBGE, 2021).

O estado do Rio Grande do Norte não registra atividades industriais vinculadas a desenvolvimento tecnológico e produção de equipamentos elétricos, eletrônicos e de

[14] CNAE 2.0 – Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0.

mecânica pesadas, restando à economia potiguar as atividades de: construção e montagem; operação e manutenção. Superada a etapa de construção dos parques, resta a formação de empregos destinados à operação e manutenção, compreendendo também as atividades de: monitoramento ambiental; monitoramento dos parques e aerogeradores; atividades de manutenção preventiva; comunicação com o fabricante; supervisão e gerência; e funções de apoio como segurança, limpeza e cozinha, que na sua totalidade demandam apenas cerca de 4% de toda a força de trabalho mobilizada no empreendimento eólico (SIMAS, 2012).

Nesse contexto, analisa-se aqui as possíveis conexões entre a evolução do número de empregos no Rio Grande do Norte e a atividade de exploração da energia eólica. Para tal, faz-se uso dos registros de emprego formal, por município, disponíveis no cadastro da RAIS (BRASIL, 2021c), sendo considerados, para tanto, os empregos gerados nas atividades dos setores de indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública, uma vez que estes setores foram aqueles afetados pela indústria eólica no Rio Grande do Norte. Na Figura 19 é apresentada a evolução do total de empregos nos quatro Territórios com municípios que abrigam parques eólicos no Rio Grande do Norte. É mostrado o quantitativo de empregos para municípios com parques eólicos e para municípios sem parques eólicos instalados, para cada Território considerado, além da capacidade instalada em energia eólica para cada território, em MW.

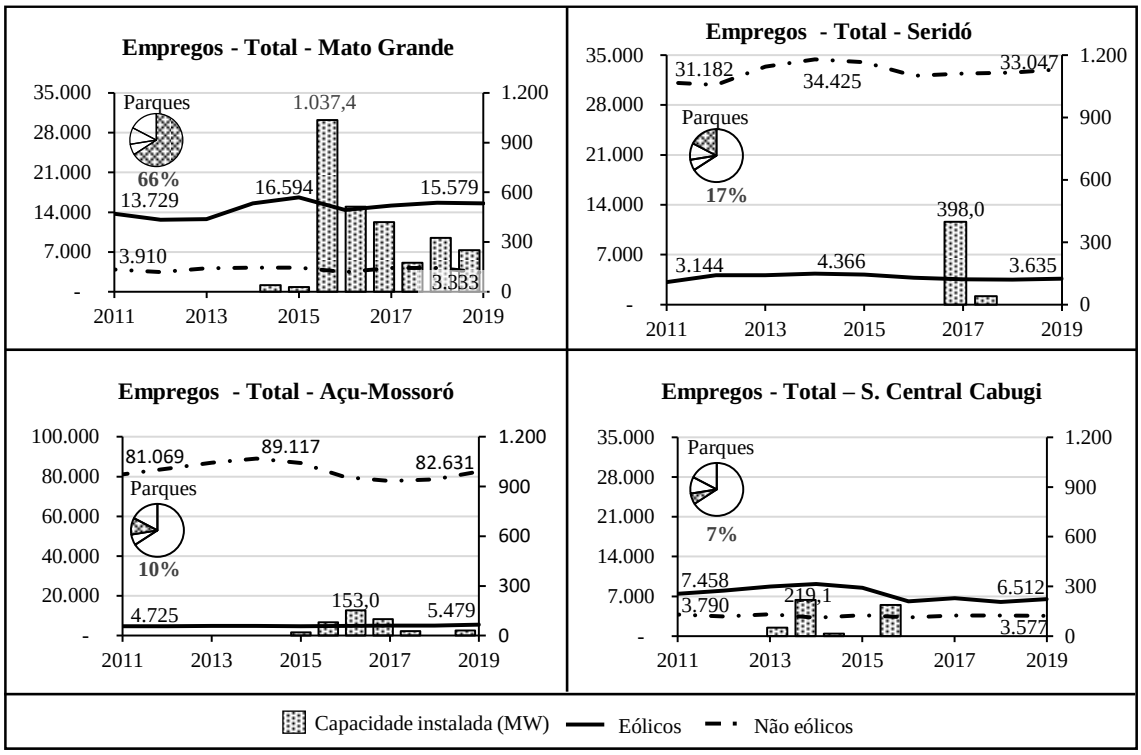


Figura 19 Evolução do número total de empregos por Território, para municípios eólicos e não eólicos, no período de 2011 a 2019, e capacidade instalada de energia eólica em MW, por Território. No eixo esquerdo, número de empregos gerados. No eixo direito, capacidade instalada em energia eólica, em MW.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

Ressalte-se que o território Mato Grande é o foco maior desta tese, pois lá estão instalados 66% dos parques eólicos no estado, perfazendo 68,2% da capacidade instalada no estado. Some-se a isso o fato de que, nos municípios onde se localizam os parques eólicos no Mato Grande e no Seridó predominavam até então atividades com baixa dinâmica econômica, o que se reflete em mais baixos indicadores de PIB per capita e pequeno nível de emprego, quando comparado a municípios dos Territórios de Açu-Mossoró e Sertão Central Cabugi. Dessa forma, pelo volume de investimentos envolvidos e a promessa de elevação da condição econômica dessas regiões a serem proporcionados pela chegada da energia eólica, faz-se mister investigar o alcance desse aporte em regiões semiáridas e de baixo desenvolvimento socioeconômico. Interessa saber que tipo de contribuição tal tipo de exploração traz para essas regiões.

No período em análise, de 2011 a 2019, o Rio Grande do Norte teve um acréscimo total de 14.583 empregos, pois passou de 592.444 a 607.027. No período analisado, enquanto o RN aumentou em 2,5% seu estoque total de empregos, os municípios com parques eólicos aumentaram 7,4%, em seu conjunto. Do saldo de empregos do RN em 2019, 754 estavam nos municípios eólicos do Território Açu-Mossoró, 1.850 no Mato

Grande, e 491 no Seridó. Nos municípios eólicos do Território Sertão Central Cabugi houve redução de 946 empregos no período. Os municípios eólicos do Mato Grande passaram de 13.729 para 15.579 empregos, os do Seridó de 3.144 a 3.635, os do Açu-Mossoró de 4.725 a 5.479, e os do Sertão Central Cabugi reduziram de 7.458 para 6.512 empregos. Por meio da Figura 19 percebe-se nos Territórios um movimento geral que apresenta um ápice no registro de empregos entre 2014 e 2015. Sugere-se que tal movimento observado também quanto ao Rio Grande do Norte relaciona-se à conjuntura econômica vigente à época no país, cujas taxas de desemprego caíram ao menor nível histórico (IBGE, 2015a). Nota-se na figura também que apenas nos Territórios Mato Grande e Sertão Central Cabugi os municípios com parques eólicos apresentam maior quantidade de empregos em relação aos municípios sem parques eólicos. Nos Territórios Seridó e Açu-Mossoró, a grande maioria dos empregos localiza-se em municípios sem parques eólicos em sua jurisdição.

A observação dos dados de emprego disponíveis na RAIS na década anterior ao período até aqui analisado, ou seja, de 2011 a 2019 como sintetizado na Tabela 12, permite verificar em que grau o emprego se alterou como resposta às diferentes configurações do ambiente econômico. Nessa perspectiva, a Tabela 12 mostra o saldo de emprego[15] para o Rio Grande do Norte e seus Territórios que possuem municípios que abrigam parques eólicos, considerando os dois períodos: de 2001 a 2010; e de 2011 a 2019. Toma-se o saldo total de empregos nos setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública.

[15] O saldo de emprego aqui considerado representa a diferença entre a quantidade de empregos ao fim de um período e aquela existente no início deste.

Tabela 12 Variação absoluta e percentual do número de empregos no Rio Grande do Norte e em municípios que abrigam parques eólicos, por Território, nos períodos 2001-2010 – A – e 2011-2019 – B –. Setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública.

Variação	Setor	Período	RN	Território – Municípios Eólicos			
				Mato Grande	Seridó	Açu-Mossoró	Sertão Central Cabugi
Δ	Total	A	237.866	5.975	1.363	1.493	4.857
		B	14.583	1.850	491	754	-902
	Ind. transf.	A	33.915	701	84	154	605
		B	-13.258	251	176	42	-144
	Construção civil	A	23.901	400	-57	86	1.106
		B	-13.059	-300	-16	189	-520
	Comércio	A	57.685	1.352	225	-58	905
		B	7.653	705	209	35	30
	Serviços	A	68.464	505	313	211	563
		B	43.935	1.241	47	373	-161
	Adm. púb.	A	50.150	2.369	805	116	1.226
		B	-11.708	-688	-7	170	91
%	Total	A	70,5%	89,8%	75,1%	48,9%	101,0%
		B	2,5%	13,5%	15,6%	16,0%	-10,2%
	Ind. transf.	A	83,0%	241,7%	442,1%	136,3%	248,0%
		B	-19,1%	20,7%	127,5%	13,0%	-19,4%
	Construção civil	A	163,6%	606,1%	-90,5%	52,1%	402,2%
		B	-32,4%	-46,2%	-32,7%	86,7%	-76,5%
	Comércio	A	129,3%	233,5%	274,4%	-9,2%	196,3%
		B	7,1%	32,1%	58,2%	5,7%	2,6%
	Serviços	A	87,6%	85,7%	381,7%	49,3%	159,5%
		B	28,5%	100,2%	40,2%	55,5%	-18,8%
	Adm. púb.	A	37,6%	59,6%	53,4%	7,4%	51,5%
		B	-6,2%	-10,0%	-0,3%	9,6%	2,5%

Legenda: A = 2001-2010; B = 2011-2019.
Fonte: elaboração própria a partir de BRASIL (2021c).

No primeiro período – 2001 a 2010 – observou-se no país um ambiente favorável à economia, com crescimento econômico e redução de desigualdades sociais, saldos positivos da balança comercial, organização nas contas públicas, e consequente geração de empregos, dentre outros aspectos (BARROS *et al*., 2006; NERI, 2011). Já o segundo período – 2011 a 2019 – coincide com o início de operação dos parques eólicos no país, destacando-se o Rio Grande do Norte como produtor de energia eólica, e caracteriza-se por uma redução no ritmo do crescimento econômico até 2014.

Após 2015 o país ingressou em uma crise política, que redundou em um golpe de Estado parlamentar, com reflexos negativos nos principais indicadores econômicos, como queda na renda per capita, queda nos investimentos, queda nos níveis de emprego, dentre outros aspectos. O momento vivido pelo país a partir de então, provocado pela

deterioração do seu quadro político-institucional, trouxe consequências negativas para a indústria eólica, como o cancelamento do leilão de energia em 2016, somente retomado no final de 2017. Assim, ao contrário do observado na década de 2001 a 2010, na década iniciada em 2011, que coincide com o maior volume de investimentos em energia eólica no Brasil, essa implantação maciça de parques ocorreu ao mesmo passo que a degradação dos indicadores econômicos nacionais, como o emprego (ABEEÓLICA, 2016, 2017; GOMES e CRUZ, 2020).

Conforme mostra a Tabela 12, no período de 2001 a 2010 o Rio Grande do Norte aumentou em 237.866 o número total de empregos, ou 70,5%. Nota-se, também, que os setores econômicos analisados apresentaram crescimento positivo no período: a indústria de transformação adicionou 33.915 empregos; a construção civil 23.901; o comércio 57.685; os serviços 68.464; e a administração pública 50.150.

No Território Mato Grande, nesse mesmo período, seus 10 municípios que abrigam parques eólicos tiveram acréscimo de 5.975 empregos, equivalente a um crescimento de 89,8%. Este acréscimo está assim desagregado por setor: 701 na indústria de transformação; 400 na construção civil; 1.352 no comércio; 505 nos serviços; e 2.369 na administração pública. Nos outros Territórios com municípios eólicos, Sertão Central Cabugi foi o único com variação positiva em todos os setores analisados. Os Territórios Seridó e Açu-Mossoró tiveram crescimento de 75,1% e 48,9% no total de empregos, respectivamente, mas apresentaram setores com decréscimo no saldo de empregos, a saber: no Território Seridó, comércio com redução de 57 empregos; e, no Território Açu-Mossoró, construção civil com redução de 58 empregos.

No período seguinte de 2011 a 2019, mostrado na Tabela 12, observa-se que o Rio Grande do Norte teve crescimento de 14.583, ou 2,5%. Esta adição de emprego se mostra inferior àquela registrada na década anterior. Quando se analisa o comportamento do emprego por setores, verifica-se que apenas os setores do comércio e serviços registraram aumento de empregos, 7.653 e 43.935, respectivamente. Já a indústria de transformação reduziu 13.258 vagas. A construção civil reduziu 13.059 e a administração pública reduziu 11.708 vagas.

Apenas Açu-Mossoró apresentou variação positiva no saldo de empregos, em todos os setores analisados. Os Territórios Mato Grande e Seridó apresentaram decréscimo de vagas na construção civil e na administração pública, enquanto o Território Sertão Central Cabugi teve decréscimo nos setores de indústria de transformação, construção civil e serviços.

A evolução dos empregos por setor econômico por ano, nos Territórios que hospedam parques eólicos, considerando-se nestes seus municípios eólicos e não eólicos, entre 2011 e 2019, está apresentada na Figura 20. No tocante à indústria de transformação, os municípios eólicos dos Territórios Mato Grande e Seridó apresentaram ampliação no número de empregos, onde o Mato Grande passou de 1.215 a 1.466, e o Seridó de 138 a 354 empregos, este último com pico de 400 empregos em 2015. Na construção civil observa-se um surto de contratação nos municípios eólicos do Território Sertão Central Cabugi, que em 2012 registrava 742 empregos, alcançando 1.712 postos de trabalho em 2014, caindo no ano seguinte para 402 empregos, indo a 149 em 2019. O mesmo fenômeno ocorreu nos municípios eólicos do Seridó, que saltaram de 49 empregos em 2011, para 714 em 2013, caindo a 27 em 2015, e permanecendo nesse patamar até 2019. No Mato Grande o aumento foi menos pronunciado, pois o total de empregos passou de 663 em 2011 a 949 em 2014, sofrendo redução apenas após 2016, chegando a 350 empregos em 2019. Esses incrementos coincidem com os anos em que houve maior adição de capacidade em energia eólica.

Ao analisar o comportamento do emprego na construção civil nos municípios não eólicos, verifica-se que esta não modificou a sua demanda por emprego. Tendência essa que seria esperada nos municípios que passaram a abrigar parques eólicos caso tais empreendimentos não fossem implementados. Este fato dá suporte à tese de que a chegada dos parques eólicos provoca elevação no número de empregos do setor na forma de ondas de contratação de curta duração.

A evolução do emprego nos setores do comércio e de serviços também pode ser visualizada na Figura 20. No comércio, o único Território que sugere uma influência da chegada dos parques eólicos aos municípios é Mato Grande, que teve crescimento consistente de empregos, de 2.193 em 2011 a 2.898 em 2019.

No setor de serviços, os municípios eólicos do Território Mato Grande tiveram crescimento mais pronunciado que os dos outros Territórios, pois passaram de 1.238 em 2011 a 2.479 em 2019. No Território Açu-Mossoró estes também crescem, embora em menor magnitude. Os municípios eólicos dos Territórios Seridó e Sertão Central Cabugi tiveram decrescimento. Observa-se que os municípios não eólicos dos Territórios Açu-Mossoró e Seridó também experimentaram crescimento no emprego para o período. Já os municípios não eólicos dos Territórios Sertão Central Cabugi e Mato Grande mantiveram níveis muito baixos desse indicador. Portanto, sugere-se que a chegada dos parques eólicos impactou os municípios eólicos no setor de serviços fortemente.

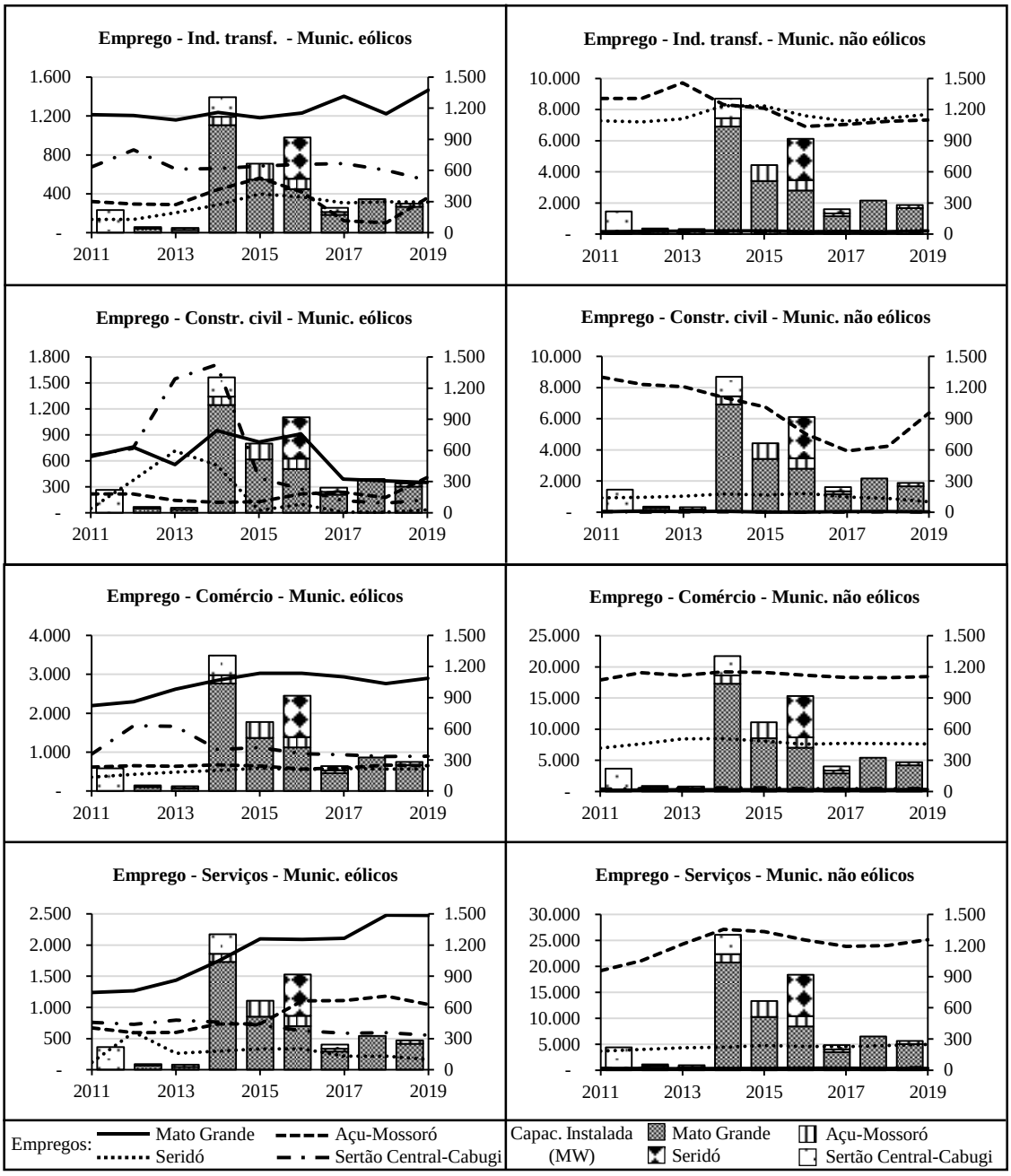


Figura 20 Evolução do emprego por Território com parques eólicos, nos setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; e serviços, no período de 2011 a 2019. Nos gráficos da esquerda, em municípios eólicos, e nos gráficos da direita, em municípios não eólicos, no eixo esquerdo, número de empregos gerados. No eixo direito, capacidade instalada em energia eólica, em MW.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

Considerando-se o fato de que o Território Mato Grande concentra 66% dos parques eólicos no estado, investiga-se, para este, a evolução do emprego em seus municípios eólicos, através do comportamento do saldo de empregos nos períodos de 2001 a 2010, e 2011 a 2019. O período inicial, anterior à chegada da indústria eólica nos municípios do Mato Grande, é confrontado com o comportamento do saldo de emprego

no período de 2011 a 2019. Na Tabela 13 são mostrados os saldos de emprego nos períodos mencionados para os 10 municípios que abrigam parques eólicos no Território Mato Grande, considerando-se o saldo de empregos em nível desagregado, nos setores de: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública.

Tomando-se o período de 2001 a 2010, chama a atenção o saldo positivo de empregos criados em todos os municípios com parques eólicos do Território Mato Grande, com destaque para Ceará-Mirim, João Câmara e Touros, que geraram mais de 1.000 empregos naquela década. Em contraste com estes municípios, Pedra Grande, Parazinho, Jardim de Angicos e São Bento do Norte apresentaram saldo de empregos de pequena monta. Tal aspecto denota que, mesmo em ambiente geral promissor para a geração de empregos no país, como foi no período em questão, estes municípios mantiveram suas economias estagnadas, em que o emprego público foi o maior responsável em prover a renda monetária destas populações.

Tabela 13 Variação do número de empregos nos municípios eólicos do Território Mato Grande, nos períodos 2001-2010 – A – e 2011-2019 – B –. Setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; serviços; e administração pública.

		Municípios eólicos do Território Mato Grande									
Setor	Período	Ceará-Mirim	Jandaíra	Jardim de Angicos	João Câmara	Parazinho	Pedra Grande	Rio do Fogo	São Bento do Norte	São Miguel do Gostoso	Touros
Total	A	2.257	331	71	1.098	91	67	621	144	286	1.009
	B	-25	213	22	475	-377	341	21	472	222	486
Ind. transf.	A	520	–	–	93	4	–	74	–	–	10
	B	-152	1	–	113	-171	421	-26	26	13	26
Const. civil	A	306	–	–	101	–	-3	-10	–	4	2
	B	-30	-1	–	-73	-177	-252	-5	232	11	-5
Comércio	A	640	14	2	452	26	3	11	13	46	145
	B	321	-13	-3	222	5	6	12	14	54	87
Serviços	A	326	-33	–	69	-9	4	17	-11	44	98
	B	426	-4	1	365	12	-6	21	5	270	151
Adm. púb.	A	413	167	69	339	71	63	365	105	199	578
	B	-547	-128	24	-212	-52	55	-31	163	-116	156

Legenda: A – 2001-2010; B – 2011-2019.
Fonte: elaboração própria a partir de BRASIL (2021c).

Ainda com o foco no período 2001 a 2010, verifica-se que no município de Ceará-Mirim residiu a maior parte da dinâmica privada de geração de empregos, como atestam os saldos de empregos nos setores apresentados, seguido por João Câmara. Um sinal disso foi a reduzida participação do emprego público nos municípios de Ceará-Mirim e João Câmara, 18% e 31% respectivamente, quando comparada com os municípios restantes.

Já para o período de 2011 a 2019, que coincide com a chegada da indústria eólica no Rio Grande do Norte, a Tabela 13 mostra um quadro mais adverso de geração de empregos, em relação à década anterior. Isto reflete a deterioração geral observada em vários indicadores da economia brasileira, fortemente sentida no período de 2015 a 2019. No total de empregos, Ceará-Mirim, com 146 MW instalados até 2019, apresentou um saldo destacado de empregos no período de 2001 a 2010, e teve redução de 25 postos de trabalho no período seguinte – 2011 a 2019 –. João Câmara, maior capacidade instalada em energia eólica no estado, 742 MW até 2019, apresentou um saldo positivo de 475 empregos ao final do período de 2011 a 2019. Parazinho, município que contabiliza a segunda maior capacidade instalada, 629 MW até 2019, apresentou uma redução de 377 empregos no período de 2011 a 2019. Já os municípios de São Bento do Norte, com 472 empregos e 349 MW instalados e Touros, com 486 empregos e 99 MW instalados, registraram adição de empregos no período em análise.

Quando se analisa o saldo de empregos desagregado dos setores da economia no período de 2011 a 2019, tem-se que no setor da indústria de transformação, os municípios de Ceará-Mirim, Parazinho e Rio do Fogo apresentaram saldos negativos de empregos, de 152, 171 e 26, respectivamente. Saldos positivos de emprego ocorreram com destaque em Pedra Grande, com 421 empregos, João Câmara com 113, e em menor escala em São Bento do Norte e Touros, com 26, e São Miguel do Gostoso com 13.

Já no setor de construção civil, apenas São Bento do Norte e São Miguel do Gostoso tiveram saldo positivo, com 232 e 11 empregos, respectivamente. Os outros municípios eólicos presentes no Território em análise apresentaram saldo negativo de empregos. Quanto aos setores de comércio e serviços, João Câmara, Ceará-Mirim, São Miguel do Gostoso e Touros se destacaram com saldos positivos de empregos.

Os dados expostos na Tabela 13 permitem depreender que os saldos de empregos nos municípios eólicos do Território Mato Grande no período de 2011 a 2019 estiveram aquém dos verificados na década de 2001 a 2010. Os municípios que receberam grandes investimentos para a construção de parques eólicos, a exemplo de João Câmara, Pedra Grande e São Bento do Norte se destacaram na geração de empregos, especialmente na

indústria de transformação. Na construção civil vigorou um saldo negativo de geração de empregos, à exceção de São Bento do Norte. Nos setores do comércio e serviços, João Câmara e Ceará-Mirim, maiores economias do Território, tiveram os maiores saldos positivos de geração de empregos.

Em complementação à análise, a Figura 21 mostra a evolução do emprego em números absolutos, bem como a sua variação percentual, por meio do comportamento do seu número índice ao longo do período. Em Ceará-Mirim, município com maior volume de empregos no Território, ocorreu decréscimo deste indicador, diferentemente do ocorrido em São Bento do Norte, Pedra Grande e João Câmara, que apresentaram crescimento nos postos de trabalho. A trajetória desta evolução possibilita concluir que a indústria de transformação apresentou um caminho de suave crescimento no total de empregos ao longo do período de 2011 a 2019, uma vez que os municípios eólicos do Território tiveram um crescimento conjunto de 20%. O comportamento da oferta de emprego nesse Território verificado em São Bento do Norte em 2017 e Pedra Grande a partir de 2018, acrescido do volume de empregos em João Câmara, explica a trajetória positiva ocorrida no total de empregos.

No setor da construção civil observa-se, por meio da Figura 21, que os picos de geração de emprego foram se alterando, notando-se picos de contratação nos municípios de Pedra Grande em 2012 com 404 empregos, Ceará-Mirim em 2014 com 667 empregos, São Miguel do Gostoso e João Câmara em 2015, com 186 e 156 empregos, respectivamente, São Bento do Norte e Pedra Grande em 2016, com 381 e 225 empregos, respectivamente, e São Bento do Norte em 2019 com 232 empregos. O comportamento do emprego para este setor, conforme disposto na Figura 21, permite afirmar que o setor experimentou crescimento nos anos de 2014 e 2016, mas decaiu nos anos seguintes, quando, em 2019, verificou-se uma redução de 46% nos postos de trabalho, em relação ao ano de 2011.

Quanto ao setor do comércio, observou-se crescimento no número de empregos no Mato Grande, sem variações bruscas no período em questão, com destaque para os municípios de Ceará-Mirim e João Câmara. Ao final do período, o setor obteve um crescimento de 32%. Já o setor de serviços no Mato Grande teve crescimento mais pronunciado do que o comércio, chegando a praticamente dobrar o número de empregos. Os principais municípios geradores de empregos em serviços são Ceará-Mirim, João Câmara e São Miguel do Gostoso. Isso pode ser justificado pelo fato da existência de um

comércio e atividades de serviços ativos em Ceará-Mirim e João Câmara, bem como uma estrutura de hospedagem e alimentação atuantes em São Miguel do Gostoso.

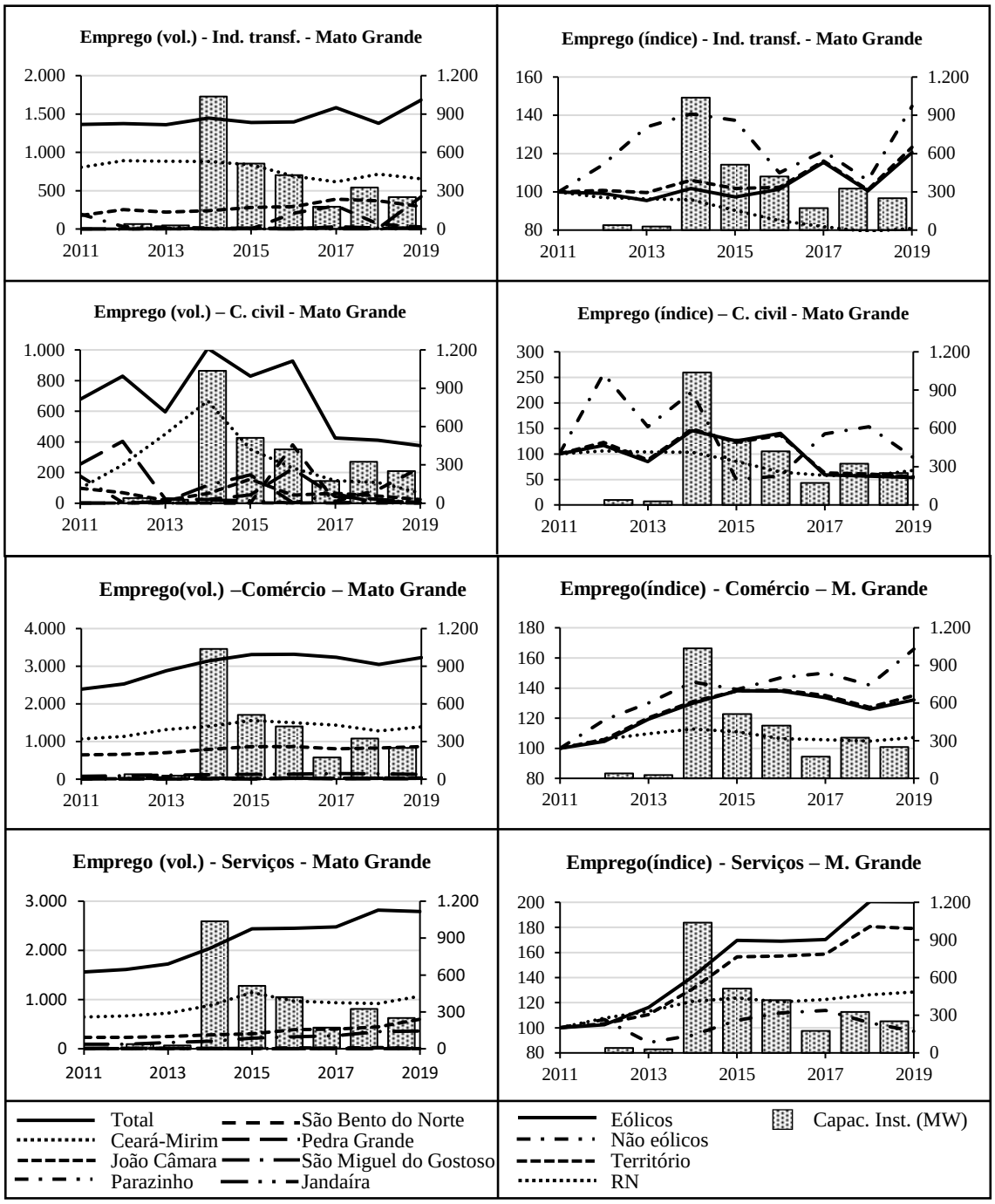


Figura 21 Evolução do emprego no Território Mato Grande, nos setores: indústria de transformação; construção civil; comércio; e serviços, no período de 2011 a 2019. Capacidade instalada em energia eólica, em MW. Nos gráficos da esquerda, no eixo esquerdo, número de empregos, e no eixo direito, capacidade instalada. Nos gráficos da direita, no eixo esquerdo, variação do número índice relativo ao emprego, e no eixo direito, capacidade instalada.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

O conjunto das Figuras 22 a 28 apresenta o quantitativo de empregos nos municípios eólicos do Território Mato Grande, de acordo com a participação dos

diferentes setores econômicos, no período de 2011 a 2019. Os municípios de João Câmara, mostrado na Figura 22, e Ceará-Mirim, na Figura 23, são considerados municípios-polo do Território e apresentam uma economia mais diversificada, o que se reflete em uma distribuição mais equilibrada do emprego nos diversos setores de suas economias. O município de São Miguel do Gostoso, representado na Figura 24, localiza-se no litoral do estado e vem recebendo investimentos em turismo, fato que se reflete na participação importante do setor de serviços no total de empregos neste município.

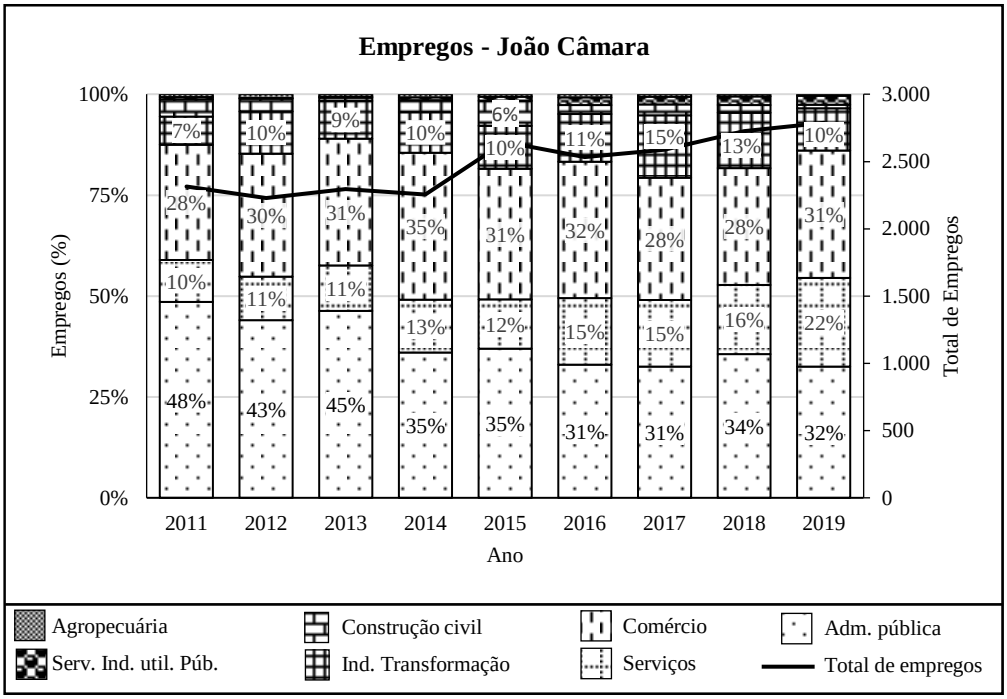


Figura 22 Evolução do emprego em João Câmara, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

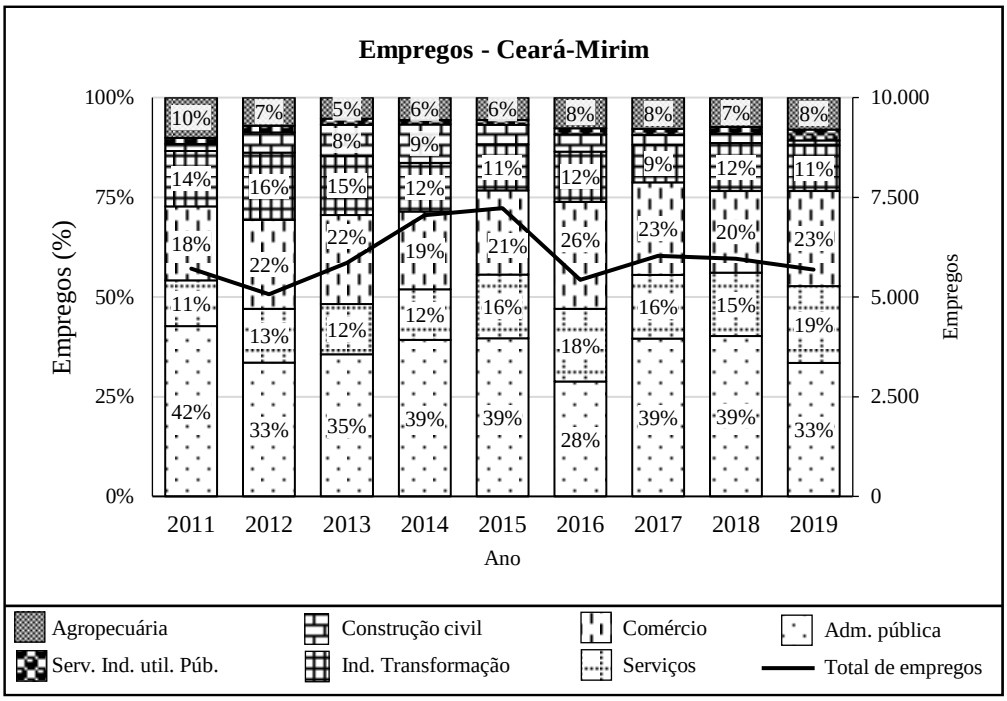


Figura 23 Evolução do emprego em Ceará Mirim, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

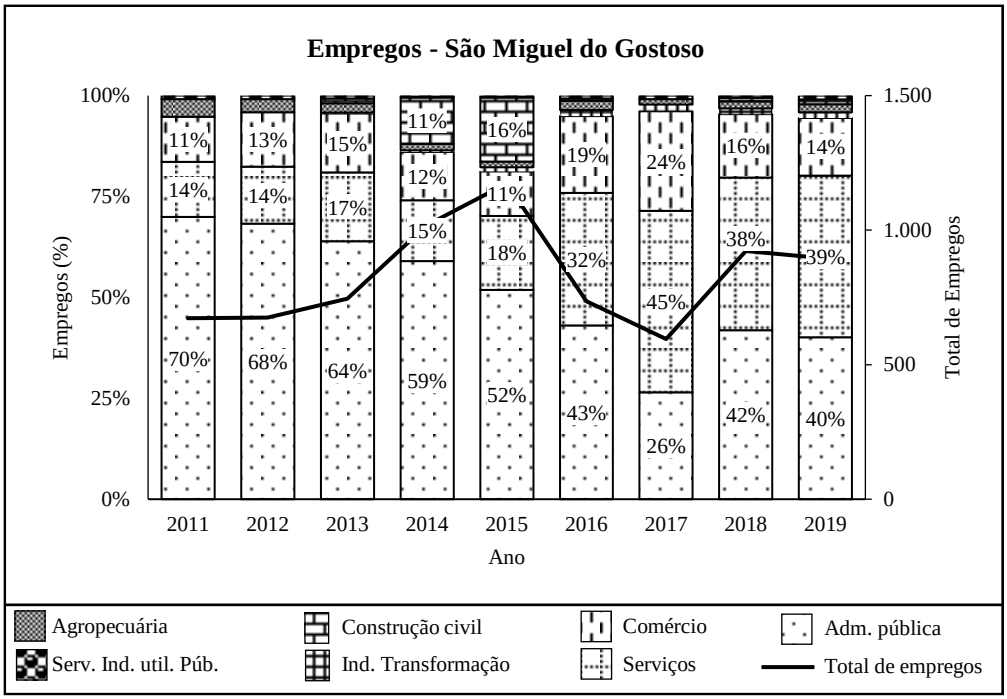


Figura 24 Evolução do emprego em São Miguel do Gostoso, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

O município de Parazinho, cuja evolução de empregos é mostrada na Figura 25, recebeu grande volume de investimentos em energia eólica. No entanto, tal fato não se

refletiu no volume de empregos no município, que apresentou trajetória decrescente, bem como na participação dos setores no emprego total, evidenciado pelo alto percentual do emprego na administração pública, que chegou a 88% do total em 2013.

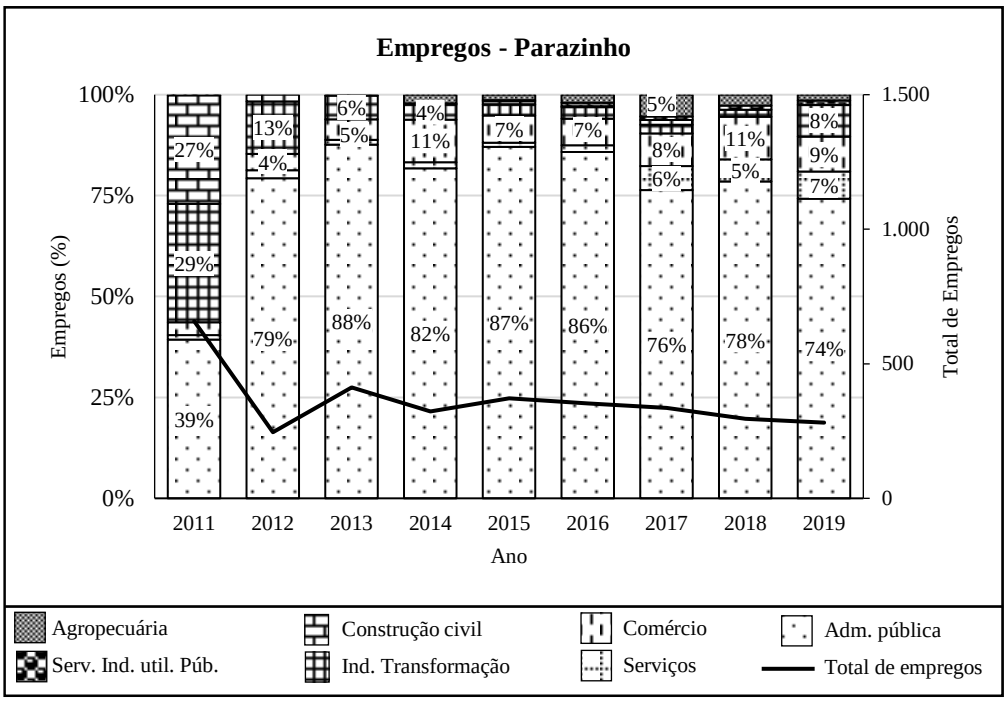


Figura 25 Evolução do emprego em Parazinho, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

Em Pedra Grande, município vizinho de Parazinho, a trajetória de evolução do emprego foi crescente no período em análise, conforme se observa na Figura 26. Apesar do também alto percentual de empregos na administração pública, experimentou ondas de aumento de empregos na construção civil em 2011, 2012, 2015 e 2016, e na indústria de transformação em 2019.

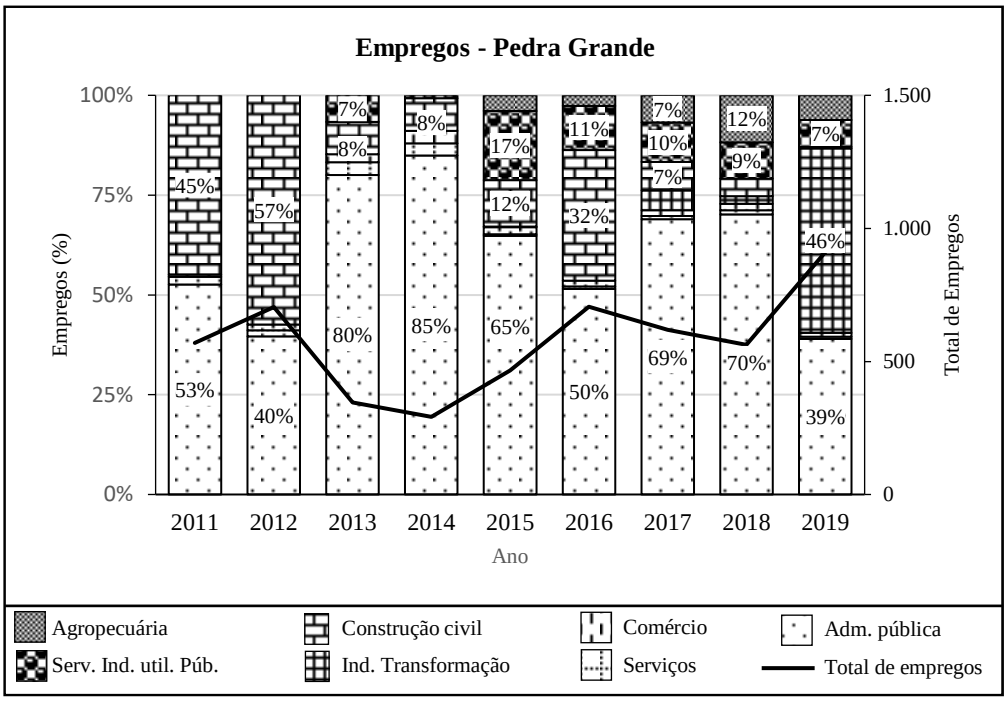


Figura 26 Evolução do emprego em Pedra Grande, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

O município litorâneo de São Bento do Norte teve crescimento do emprego ao longo de todo o período em análise. Conforme é visto na Figura 27, até 2015 os principais setores empregadores no município foram a administração pública e a agropecuária, esta impactada pela presença de carcinicultura. A partir de 2016, ocorreu maior diversificação na estrutura do emprego no município, em que ganharam destaque os setores de construção civil e indústria de transformação, o que sugere influência da chegada da indústria eólica no município. Por fim, o município de Jandaíra, mostrado na Figura 28, tem sua estrutura de emprego formada basicamente por atividades da administração pública e agropecuária.

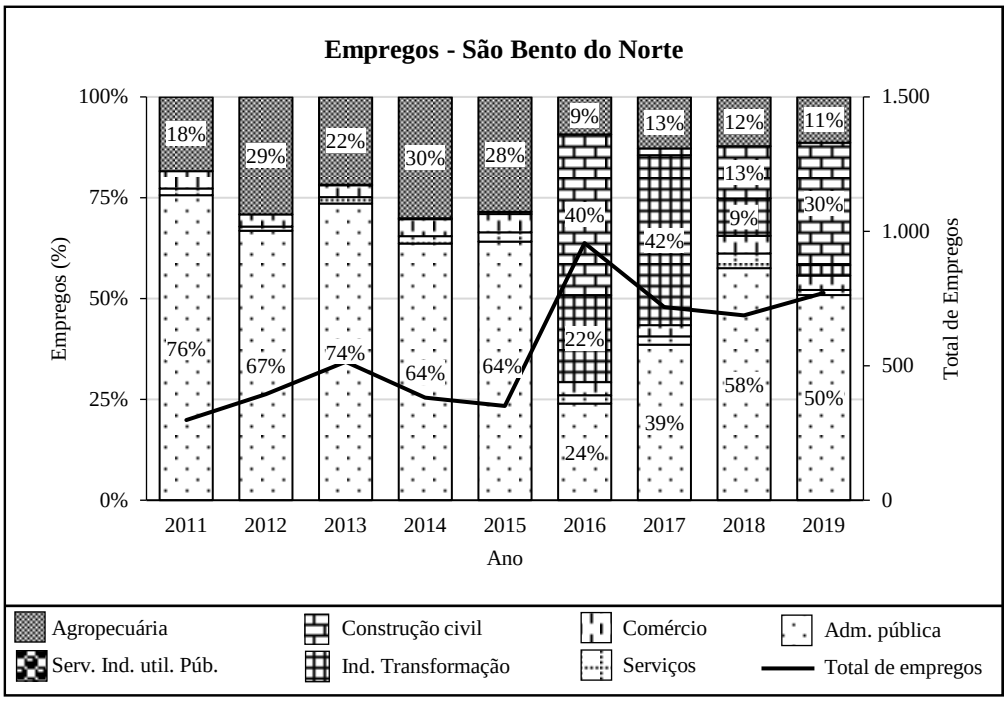


Figura 27 Evolução do emprego em São Bento do Norte, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

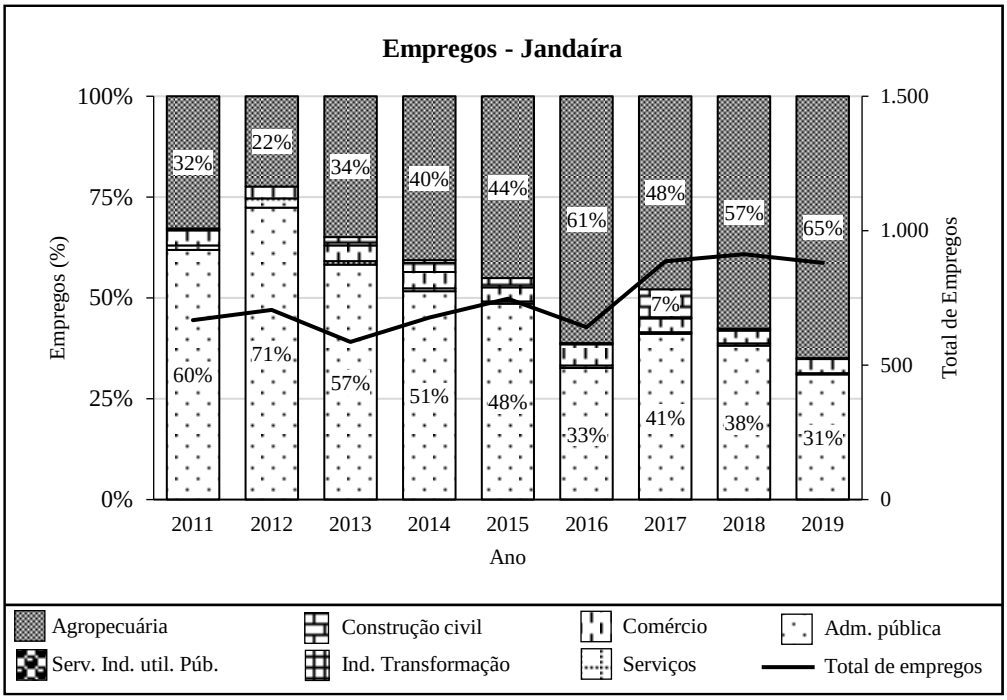


Figura 28 Evolução do emprego em Jandaíra, por setor econômico, no período de 2011 a 2019. No eixo esquerdo, participação percentual dos setores econômicos no total de empregos. No eixo direito, número total de empregos.

Fonte: elaboração própria a partir de ANEEL (2020) e BRASIL (2021c).

O contexto relativo à geração e manutenção de postos de trabalho no Rio Grande do Norte vinculados à indústria eólica, no período de análise de 2001 a 2019, mostra que

entre 2011 e 2019 ocorreu uma retração nos postos de trabalho, quando se compara o quantitativo verificado em relação ao período anterior de 2001 a 2010. A análise do comportamento da variável emprego permite inferir que a chegada da indústria eólica alterou o quadro de emprego, principalmente no Território Mato Grande, mas sem a capacidade transformadora da realidade local, uma vez que estes têm caráter cíclico e provisório, vinculados fundamentalmente ao período de construção dos parques. Estes, quando concluídos, pouco acrescentam ao número total de empregos existentes de forma permanente.

3.3 OUTROS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS EM PERSPECTIVA

O Rio Grande do Norte detém 3,534 milhões de habitantes, 1,7% da população brasileira estimada em 2020. Seus municípios eólicos contabilizam 322.502 habitantes, ou o equivalente a 9,1% da população do estado. Já os municípios eólicos situados no território Mato Grande, área que concentra 66% dos parques eólicos instalados no estado, abriga 5,2% da população norte-rio-grandense, 57,2% da população dos municípios eólicos do estado. Assim, os municípios eólicos representam menos de 10% da população do estado, e a maioria da população destes concentra-se no território Mato Grande (IBGE, 2020b).

Um dos indicadores buscados nesta tese, a fim de compreender as implicações socioeconômicas resultantes da implantação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte, foi o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, tanto nos planos nacional e estadual – IDH –, quanto no municipal – IDH-M –. Estes avançam na análise para além dos tradicionais indicadores do PIB e PIB per capita, pois "permitem ilustrar com clareza a diferença entre rendimento e bem-estar" (VEIGA, 2010, p. 88), podendo ser integralmente aplicados à análise dos municípios eólicos. Os últimos dados disponíveis referentes ao IDH-M remontam ao ano de 2010[16], o que dificulta a análise da evolução desse indicador para o período de condução da pesquisa, já que estes dependem dos resultados do Censo Demográfico decenal elaborado pelo IBGE, ainda não realizado até o presente.

[16] O IDH-M tem sua publicação feita pelo PNUD, a partir de dados do Censo Demográfico elaborado pelo IBGE (PNUD, 2013).

Na Tabela 14 apresenta-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M – dos municípios eólicos do Rio Grande do Norte, bem como indicadores de pobreza definidos para a região, em 2010, e informações demográficas de 2020. Os indicadores de pobreza apontados são: i) percentual de pessoas extremamente pobres; ii) percentual de pobres; iii) percentual de pessoas vulneráveis à pobreza. Os municípios eólicos estão organizados na tabela de acordo com o território ao qual pertencem.

Tabela 14 IDH-M, percentual de extremamente pobres e de pobres em relação à população, percentual de vulneráveis à pobreza, população total e percentual da população rural em relação à população total, para os municípios eólicos, com dados de 2010.

Região/Aspecto	IDH-M (2010)	Indicadores de pobreza			População estimada (2020)[17]	População rural (%) [18]
		a	b	c		
Brasil	0,727	6,62	15,2	32,56	211.755.692	16%
RN	0,684	10,33	23,79	47,70	3.534.165	22%
Ceará-Mirim *	0,616	12,12	31,29	58,91	73.886	48%
Jandaíra *	0,569	22,77	41,64	71,45	6.893	42%
J. de Angicos *	0,565	24,47	43,62	66,72	2.606	83%
J. Câmara *	0,595	15,56	35,99	62,19	35.160	30%
Parazinho *	0,549	23,20	47,58	70,63	5.272	35%
P. Grande *	0,559	24,72	47,63	71,67	3.199	67%
Rio do Fogo *	0,569	23,47	46,86	69,40	10.905	63%
S. B. do Norte *	0,555	23,11	49,87	75,78	2.717	65%
S. M. Gostoso *	0,591	21,71	42,01	67,38	10.362	52%
Touros *	0,572	21,48	43,37	67,41	33.503	75%
Galinhos **	0,564	21,02	39,6	68,94	2.845	43%
Guamaré **	0,626	8,72	23,79	51,64	15.963	64%
Macau **	0,665	7,58	18,75	42,91	32.039	24%
Bodó ***	0,629	23,42	40,52	65,87	2.197	43%
C. Corá ***	0,607	25,88	41,08	63,50	11.181	57%
L. Nova ***	0,585	24,91	44,26	69,53	15.749	51%
S. do Matos ***	0,591	27,13	43,45	69,32	11.956	50%
T. L. Cruz ***	0,623	17,34	38,97	67,52	6.019	79%
A. Branca ****	0,682	6,17	19,46	42,96	27.967	20%
S. do Mel ****	0,614	16,04	33,57	66,69	12.083	74%

Legenda: * Território Mato Grande; ** Território Sertão Central Cabugi; *** Território do Seridó; **** Território Açu-Mossoró. **a** % de extremamente pobres 2010; **b** % de pobres 2010; **c** % de vulneráveis à pobreza 2010.

Fonte: elaboração própria a partir de IBGE (2020b, 2015e) e PNUD *et al*. (2013).

Conforme se observa na Tabela 14, nota-se que nenhum município eólico apresenta o IDH-M maior do que o estadual. Os municípios eólicos de Macau e Areia Branca são os que mais se aproximam do indicador estadual. O território Mato Grande é o que apresenta a maioria dos municípios com nível de IDH-M próximo de 20% menor do que o estadual. Tal medição reforça a percepção de baixos indicadores sociais para os municípios com parques eólicos instalados. Assim, tais municípios de baixos indicadores de desenvolvimento convivem com a pujante indústria eólica, num quadro

[17] População estimada, disponibilizada por IBGE (2020b).

[18] Mantidos os percentuais da população rural apresentados no Censo Demográfico de 2010.

> de existência e permanência de uma espécie de divisão espacial desigual e combinada, sendo, por um lado, a indústria eólica com vantagens competitivas e dinamismo típico seus, e por outro lado, ambientes rurais e urbanos com famílias em estado de pobreza crônica e abandono (GALVÃO *et al.*, 2020, p. 12).

No Brasil, a pobreza é consequência de um desenvolvimento concentrador da riqueza socialmente produzida e dos espaços territoriais, representados pelos grandes latifúndios no meio rural, além da especulação imobiliária no meio urbano. Essa estrutura concentradora tem raízes na formação sócio-histórica e econômica da sociedade brasileira (SILVA, 2010). Ou como acrescenta YAZBEK (2012), a pobreza é uma categoria multidimensional, que reflete não apenas o não acesso aos bens, sendo também uma categoria política que se traduz na carência de direitos, de oportunidades, de informações, de possibilidades e de esperanças. Tal concepção multidimensional coloca-se em linha com o conceito elaborado por SEN (2000), para quem a pobreza representa a privação de capacidades básicas, que envolve o acesso a bens e serviços. Nessa perspectiva, indicadores multidimensionais não só monetários como o IDH-M e o Índice de Gini buscam captar condições de bem-estar social.

Considere-se os indicadores de pobreza, conforme mostrados na Tabela 14. Nela, encontra-se delineado o ambiente socioeconômico imputado aos municípios norte-rio-grandenses no momento histórico, início da década de 2010, que, em função do reconhecido potencial eólico do Rio Grande do Norte, catapultou o interesse dos investidores em desenvolver o aproveitamento energético desse recurso. Em 2010, a proporção da população extremamente pobre em relação à população total do estado encontrava-se em 10,33%, proporção essa 56% maior do que o registrado no Brasil. Dos 20 municípios que passaram a abrigar parques eólicos no estado, em 17 deles a proporção da população extremamente pobre superava o valor quantificado para o estado. Neste contexto, apenas três municípios: Guamaré; Macau; e Areia Branca apresentavam este indicador nivelado ao registrado no estado.

Cerca de um quarto da população do Rio Grande do Norte era classificada como pobre em 2010. Do conjunto de municípios que se tornaram eólicos, 80% deles apresentavam percentual de população pobre superior ao valor estadual. No que concerne ao percentual da população vulnerável à pobreza, verificou-se que aproximadamente metade da população estadual encontrava-se nesta situação. Dos 20 municípios que passaram a abrigar parques eólicos, 18 deles apresentavam o indicador de vulnerabilidade à pobreza superior ao valor registrado para o estado, em alguns casos chegando a

aproximadamente 70% da população, como os municípios de Jandaíra, Parazinho, Pedra Grande, Rio do Fogo, São Bento do Norte, Galinhos, Lagoa Nova e Santana do Matos.

O panorama apresentado na Tabela 14 mostra que os três indicadores de pobreza da população, apresentados para os municípios que passaram a abrigar parques eólicos, revelaram percentuais desfavoráveis quando comparados ao verificado no estado. Os municípios de Guamaré, Macau e Areia Branca exibiram os mais favoráveis indicadores relacionados à pobreza, provavelmente explicado por já em 2010 apresentarem atividades produtivas anteriores ligadas às indústrias extrativas de sal, petróleo e gás. O Território Mato Grande, que atualmente concentra a maior parte dos parques eólicos instalados no estado, detinha em 2010 a maior quantidade dos seus municípios com população em situação de extrema pobreza, pobreza e vulnerabilidade à pobreza.

Uma vez que não se tem disponível dados atualizados do IDH-M, a análise comparativa destes em momentos históricos distintos – antes, durante e depois de consolidada a indústria eólica no Rio Grande do Norte – fica prejudicada quando da tentativa de descortinar os impactos sociais dessa indústria no estado. Possibilidade adicional de se avançar na compreensão de tais impactos poderia advir da análise de outros indicadores, que a exemplo da renda per capita, impactos fiscais e emprego aqui avaliados, inclui: uso e ocupação da terra; impacto sobre o trabalho, impacto sobre a saúde, vulnerabilidade social, dentre outros. Tais indicadores, apesar de disponíveis, quando são encontrados não estão sistematizados ou estão dispostos de forma descontinuada, ou ainda não abrangem a totalidade dos municípios eólicos. Isso torna imperativo a estruturação de um espaço de observação e coleta de dados, destinado a acompanhar a evolução e transformações advindas das atividades do mercado de energia renovável no estado, contemplando o diagnóstico quali-quantitativo de seus projetos, ações e repercussões socioeconômicas e ambientais. É, portanto, mister promover o acesso a dados qualificados que possibilitem descobertas e viabilizem pesquisas e diagnósticos de problemas, contribuindo para sua solução.

O Observatório da Energia, posto em funcionamento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN –, tem essa finalidade. Em estágio inicial de funcionamento, espera-se que no médio prazo e vinculado a várias ações no âmbito acadêmico, cumpra sua incumbência de contribuir com análises e divulgação de dados na área da Energia para uma melhor compreensão sobre os impactos decorrentes da implantação das diversas fontes de geração de energia no estado (IFRN, 2021).

CAPÍTULO 4 – REPERCUSSÕES AMBIENTAIS E SEUS DESDOBRAMENTOS SOCIAIS DECORRENTES DOS EMPREENDIMENTOS EÓLICOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE GALINHOS

A denominada transição energética em curso tem sua centralidade na efetiva substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia. Nesse processo, o aproveitamento dos recursos eólicos para geração de eletricidade vem se consolidando nesse século como uma alternativa viável que se espraia no conjunto da sociedade, por meio de uma narrativa aparentemente consensual, que sombreia as fragilidades sociais e ambientais das comunidades assentadas no entorno dos empreendimentos. Vulnerabilidades estas historicamente negligenciadas por um planejamento excludente.

Nesse contexto, este capítulo investiga a percepção das comunidades diante da implementação dos parques eólicos em sua jurisdição, a partir de um estudo feito no município de Galinhos, o qual objetiva avaliar como a chegada da energia eólica dialoga com as demandas das comunidades que vivem no entorno dos empreendimentos.

Os receios demonstrados pela população do município de Galinhos, quando do anúncio da chegada de dois parques eólicos em seu território em 2012, materializados no movimento intitulado “Eólicas sim, nas dunas não”, ganhou repercussão nacional e, pelas características socioeconômicas e ambientais desse território, este conforma-se em um caso representativo das inquietações vivenciadas em diferentes comunidades norte-rio-grandenses que abrigam parques eólicos.

Para tanto, a partir das narrativas que dão sustentação e justificam a atração de empreendimentos eólicos na região em estudo, foi delineada uma imagem representativa *ex-ante* do entendimento comunitário à época, captando, assim, as percepções dos diferentes atores sociais presentes na comunidade.

Já o tracejamento realizado da situação *ex-post* objetivou captar a percepção dos moradores quanto à materialização das expectativas positivas e receios comunitários em termos socioambientais gerados pelo empreendimento eólico (DANTAS *et al*., 2019).

4.1 LIMITES SOCIOAMBIENTAIS À EXPANSÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA

Calcado na busca por expansão do seu processo de acumulação, o modelo de desenvolvimento capitalista tem historicamente empregado os fatores de produção, trabalho e recursos naturais como instrumentos para o alcance desse objetivo. Quanto a

estes últimos, a generalização do uso de combustíveis fósseis tem trazido impactos nos biomas e na, mais evidentemente, questão climática, desde o final do século passado. Neste sentido, a constatação de que a utilização dos combustíveis fósseis tem contribuído decisivamente para o agravamento da mudança climática em curso, conduziu ao interesse por fontes renováveis de energia como alternativa energética, em substituição àqueles.

Da mesma forma que o conceito de desenvolvimento sustentável encerra suas contradições, conforme já discutido nesta tese no Capítulo 1, a conceituação em voga dada às energias renováveis tem igualmente recebido questionamentos relacionados à sustentabilidade, incoerência, impactos, dentre outros aspectos. A despeito da ampla adoção do conceito de energias renováveis, HARJANNE e KORHONEN (2019) discutem limites para essa difusão, como: a baixa densidade energética por área dos seus fluxos de energia, o que requer o emprego de novos materiais e grande disponibilidade de terras; sua natureza variável, que as torna suscetíveis às condições ambientais existentes nos locais de sua produção; e a sustentabilidade no alcance dos benefícios socioeconômicos decorrentes de sua adoção, em que a persistência de elevados níveis de pobreza em populações residentes nos locais de produção comprometem a coerência dos princípios que definem o desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, posiciona-se o modelo de exploração das fontes renováveis de energias como alternativa que dialoga com a imperativa necessidade de ofertar energia para a sociedade, mas, por outro lado, reforça uma realidade de desigualdade na sua produção e utilização (PEREIRA *et al.*, 2018).

4.1.1 A busca de uma explicação para a oposição à energia eólica

O ideário supostamente consensual que suporta a expansão da energia eólica pelos seus inúmeros benefícios socioambientais já revela conflitos advindos de múltiplos interesses, nem sempre convergentes, da parte de seus atores: investidores; comunitários; governos. A adesão a esse ideário é explicada pelo que BAUMAN (2003) denomina um consenso construído, no qual o senso comum determina verdades, credita à tecnologia eletro-eólica uma “boa nova”, um átimo, um sopro de esperança capaz de, como se fosse possível equacionar harmonicamente os interesses divergentes entre o sistema de circulação internacional de mercadorias, a produção de energia e a promoção da sustentabilidade.

Esse consenso construído precisa ser investigado quanto à sua coerência e a forma como os comunitários, assentados no entorno destes empreendimentos, o percebem. Essas populações são sempre invisibilizadas durante o processo de concepção, instalação e operação dos parques, uma vez que, no caso do Nordeste brasileiro, com realce no RN, ocupam áreas de baixo desenvolvimento social. São projetos desenvolvidos por estranhos, para benefício de terceiros (FARIAS, 2017).

Quando se avalia a aceitação da chegada da energia eólica em diversas regiões do mundo se verifica, a princípio, boa receptividade aos novos projetos. Tal comportamento pode, em uma primeira avaliação, ser creditado ao apelo global favorável à expansão das tecnologias renováveis. Porém, quando esses projetos aportam nas comunidades revestindo-se de uma perspectiva autoritária, não incluindo a participação da comunidade no processo de escolha da sua localização, por exemplo, sua aceitação pacífica pode não ocorrer (DUCSIK, 1981; WOLSINK, 1989, 1996, 2000).

Estudos desenvolvidos por WOLSINK (2006) e DEVINE-WRIGHT (2009) buscam compreender as razões de a energia eólica ser amplamente aceita em geral, mas ter problemas locais de aceitação, ou mesmo oposição, geralmente por comunidades onde os parques eólicos são instalados. Nesse contexto, a denominação NIMBY[19] tem sido empregada para explicar as reações de oposições ou desconfiança das comunidades à implantação de parques eólicos no seu entorno. No entanto, WOLSINK (2006) e DEVINE-WRIGHT (2009) mostram que essa designação é uma forma enganosa, imprecisa e pejorativa, que tem sido empregada para desqualificar as oposições locais aos parques eólicos. Conceitos como identidade e apego ao lugar, e concepções tecnocráticas de planejamento, que WOLSINK (1996) identifica como *decide-announce-defend* – DAD –, são elementos necessários quando da justificativa à oposição aos parques eólicos. Por sua vez KROHN e DAMBORG (1999) analisam atitudes públicas em vários países, e asseveram que é alto o apoio às energias renováveis e energia eólica nos países em geral. No entanto, em nível local, a falta de comunicação entre a população e os desenvolvedores, ou a burocracia, podem ser catalizadores de ceticismo local e de atitudes negativas. Para LORING (2007), projetos com altos níveis de participação local no planejamento são mais prováveis de serem publicamente aceitos e bem-sucedidos.

[19] NIMBY – Not In My Backyard – Denominação ligada ao senso comum, para identificar síndrome em pessoas que geralmente demonstram atitude a favor da energia eólica, mas se opõem à instalação de turbinas eólicas nos seus ambientes de vida (WOLSINK, 1996).

Ao analisar a dissintonia entre o amplo apoio do público à energia eólica no Reino Unido e a baixa taxa de sucesso na implantação de parques eólicos no país, BELL *et al*. (2013) e BELL *et al.* (2005) atribuem tal fato a uma lacuna social – *social gap* –, explicada, dentre outros fatores, por um déficit democrático, que poderia ser superado a partir de um planejamento colaborativo, no qual se mudaria a ênfase na competitividade para a construção de um consenso. Para WOLSINK (2007), uma maior aceitação poderia ser alcançada por meio de um processo de tomada de decisão aberto e democrático, ao invés de tecnocrático e de estilo corporativista; com participação e envolvimento locais, ao invés de planejamento e tomada de decisão realizado por elites científicas, econômicas e políticas; com amplas mudanças em instituições, incorporando questões ambientais, ao invés de soluções tecnocráticas para problemas ambientais.

4.1.2 As reações de comunidades à chegada da indústria eólica

No mundo já se registram conflitos de ordem social, econômica e ambiental envolvendo comunidades locais e projetos de expansão de energia eólica. Alguns contribuíram para a suspensão de projetos; condicionaram modificações nos empreendimentos ou, apesar do posicionamento contrário da comunidade, não sofreram alterações consideráveis, deixando latentes as insatisfações.

Em Massachusetts, na costa leste dos EUA, a proposta de construção de um grande parque eólico *offshore* com 130 turbinas, 420 MW de capacidade instalada, encontrou forte e organizada oposição da comunidade, que rejeitou a instalação do parque no seu entorno por compreender que ele comprometeria o valor paisagístico da região (KEMPTON *et al*., 2005).

Em King Island, ilha localizada ao sul da Austrália, a proposta de implantação de um parque eólico com capacidade de 600 MW, mesmo sendo seguidas as orientações gerais de boas práticas no processo de implantação, como o engajamento comunitário, enfrentou rejeição por parte dos moradores, fruto dos desajustes no diálogo entre o empreendedor, gestão pública e comunidade, face às incertezas quanto à sustentabilidade socioeconômica da comunidade. O conflito levou o empreendedor a abandonar o projeto (COLVIN *et al.*, 2016).

Já na região do Istmo de Tehuantepec, na costa oeste do México, os parques eólicos que aproveitam a excelente qualidade dos ventos presentes na região não

contribuíram para a melhoria dos já desfavoráveis indicadores sociais e econômicos da população residente. Problemas como baixos valores de arrendamentos de terras; assimetria na relação entre comunidades, empresas e governo; frustração com os efeitos da implantação dos parques para o desenvolvimento social; e adicionalmente, problemas de ordem ambiental, criaram um ambiente favorável à organização de movimentos de oposição, que seguem resistindo e denunciando o caráter autoritário e excludente do processo de implementação dos parques eólicos na região (HUESCA-PÉREZ *et al.*, 2016; JUÁREZ-HERNÁNDEZ e LEÓN, 2014).

Na região de Ontário, província do Canadá, estudos também discutem reações de oposição à implantação de parques eólicos. Para SONGSORE e BUZZELLI (2015), que analisaram e interpretaram a cobertura midiática acerca da implantação da indústria eólica, é necessário aperfeiçoar a justiça processual[20], a fim de diminuir a resistência das comunidades à chegada dos parques eólicos. Já FAST *et al*. (2016) identificaram e analisaram fatores que conduzem a disputas na região de Ontário, que são: as preocupações com relação à saúde; a distribuição de benefícios financeiros; a queda de engajamento significativo; e as falhas ao se tratar seriamente as questões envolvendo a paisagem. E JAMI e WALSH (2016) destacam barreiras sociais e oposição pública aos investimentos em energia eólica nessa região, e mostram que um dos caminhos para reduzir a oposição pública é por meio de abordagens colaborativas.

Examinando o processo de planejamento para implantação de energia eólica, GORAYEB *et al*. (2018) apontam diferenças na oposição à implementação de energia eólica entre os países. No norte global a oposição é complexa, e as análises enfatizam o processo de planejamento excludente e impactos à paisagem. No sul global predomina a marginalização física e econômica de pessoas afetadas por estes empreendimentos.

No Brasil também foram registrados conflitos socioambientais negativos relacionados a parques eólicos. BRANNSTROM *et al*. (2017, 2018), GORAYEB *et al*. (2016, 2018) e TRALDI (2018) expõem impactos de diferentes ordens, vivenciados na costa do Nordeste brasileiro:

i) mercantilização da natureza e privatização de bens comuns;

ii) disputa por território, elevação do preço da terra e insegurança fundiária;

[20] Justiça processual é um conceito que se insere no contexto da justiça energética, e manifesta-se como uma chamada para procedimentos igualitários, que engajam todos os grupos de interesses em uma forma não discriminatória, estabelecendo que todos os grupos devam ser capazes de participar no processo decisório. Requer participação, imparcialidade e acesso pleno a informações (MCCAULEY *et al.*, 2013).

iii) apropriação de territórios tradicionais e desrespeito ao modo de vida comunitário;
iv) aplainamentos de dunas e modificação das propriedades dos solos;
v) soterramentos de lagoas e comprometimento de corpos hídricos;
vi) desmatamentos da vegetação nativa, redução das áreas agricultáveis e de extrativismo vegetal e animal, levando a riscos e insegurança alimentar dos povos tradicionais costeiros;
vii) cerceio à mobilidade de moradores, impedidos de transitar livremente por seus territórios;
viii) riscos de licenciamento ambiental simplificado, favorecendo a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis.

BRANNSTROM *et al*. (2018) identificaram 04 áreas nos estados do RN e CE onde foram implantados parques eólicos e registrados conflitos socioambientais: a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão – RDSEPT – em Macau-Guamaré; Galinhos; a Comunidade Xavier; e a Comunidade de Cumbe. O estudo também apontou 02 situações no Brasil com aceitação social à implantação de empreendimentos eólicos: Itarema e Osório.

No Brasil os parques instalados em áreas de dunas, áreas costeiras, mangues, comunidades tradicionais e de baixo IDH representam 72% do quantitativo de parques, sendo 26% dos parques localizados até 5 km da costa e 46% das instalações localizadas até 25 km da costa (BRANNSTROM *et al.*, 2018). Galinhos, por estar situado na zona costeira, em área de dunas, no semiárido nordestino, é representativo do quadro da expansão eólica no Rio Grande do Norte, servindo, portanto, como referência à avaliação de outros parques.

4.2 METODOLOGIA APLICADA AO CAMPO

O presente estudo de natureza aplicada teve, quanto aos objetivos, um caráter exploratório em sua fase inicial. Teve em seguida um caráter descritivo, em que os fatos foram observados, registrados, analisados, classificados e interpretados (PRODANOV e FREITAS, 2013). No delineamento da pesquisa, etapa em que se considera a aplicação de meios técnicos para a investigação, optou-se pela estratégia de estudo de caso (GIL, 2008).

Tal estratégia amolda-se ao estudo, pois utiliza variadas técnicas de investigação, justificadas pela natureza e diversidade das informações envolvidas, e por se tratar de contexto atual e específico, no entanto conectado à realidade de outros parques eólicos instalados na região (YIN, 2015). A pesquisa segue a trilha de outros estudos sobre reações de comunidades à instalação de parques eólicos no Brasil e em outros países (BRANNSTROM *et al.*, 2017; COLVIN *et al.*, 2016; HUESCA-PÉREZ *et al.*, 2016; MEIRELES, 2011).

O estudo empírico fez-se necessário face às dificuldades encontradas para a obtenção dos dados e informações referentes ao objeto de estudo. Buscou-se também mapear a percepção da comunidade, contemplando aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais. A comunidade de Galinhos foi selecionada por incorporar predicados como: i) localização em faixa litorânea sobre dunas – semelhantemente ao registrado em outras áreas que recebem parques eólicos –; ii) sediar ecossistema costeiro delicado; e iii) abrigar população oriunda de uma vila de pescadores artesanais, que transitou com seus descendentes para a atividade turística e reagiu à chegada do parque, organizando-se em torno do movimento denominado "Eólica sim, nas dunas não!" (ARAÚJO, 2012a; FARIAS, 2017).

Inicialmente procurou-se realizar uma pesquisa documental que contribuísse para o entendimento das diferentes percepções dos atores sociais à época da implantação dos parques eólicos em Galinhos. Assim, foram avaliadas as narrativas de caráter público externadas pelos agentes de mercado; gestores públicos e outros agentes responsáveis pelo cumprimento legal e gerenciamento dos padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente no RN; e, de forma destacada, as conformidades e inquietações dos comunitários. Da síntese dessas narrativas, construiu-se um quadro representativo das percepções dos atores envolvidos *ex-ante* à instalação dos parques.

A análise *ex-post* foi realizada aplicando-se questionários em domicílios dos núcleos urbanos de Galinhos e Galos, numa amostragem aleatória estatisticamente representativa dos moradores. Tomando-se por base os 332 domicílios urbanos do município (IBGE, 2019), foi selecionada uma amostra aleatória simples de n = 120 questionários, com nível de confiança de 95%, nível de erro de 8,5% e percentual de heterogeneidade de 50%. Registrou-se que 59,2% dos respondentes eram do sexo feminino e 40,8% do masculino. 50,8% estavam na faixa etária de 25 a 60 anos, 36,7% eram jovens até 25 anos e 12,5% acima de 60 anos. Sobre escolaridade, 44,2% não tinham

completado o ensino fundamental, 28,3% completaram o ensino médio, e 8,3% o superior. Quanto à renda familiar, 56% declararam receber até 01 salário-mínimo. E sobre a ocupação, 11% eram estudantes, 21% realizavam serviços domésticos, 10% aposentados, e 11% desempregados. Os 47% restantes declararam exercer atividades de charreteiro, pescador, funcionário público, trabalhador em geral ou comerciante.

Os questionários visavam compreender a visão dessa população frente à existência dos parques e mensurar, a partir das expectativas e temores *ex-ante*, como estas se materializaram ou não *ex-post*. Os questionários foram estruturados em 03 dimensões: i) tecnológica; ii) ambiental; e iii) socioeconômica e cultural.

A dimensão tecnológica foi orientada a captar o grau de conhecimento da comunidade em relação à adoção de tecnologias renováveis de energia, com destaque para a energia eólica. Buscou-se assim verificar se a instalação de um parque eólico contíguo à comunidade foi capaz de universalizar o conceito desta tecnologia entre os comunitários.

A dimensão ambiental visou identificar a visão dos comunitários quanto a possíveis impactos ambientais vinculados à existência do parque eólico. Contempla as apreensões referentes à população de peixe-galo, tartarugas, aves, redução de vegetação, destruição de dunas, existência de ruídos danosos à saúde e alterações na paisagem.

Já a dimensão socioeconômica e cultural buscou mapear as repercussões da implantação do parque na dinâmica social, seus rebatimentos culturais e impactos sobre a economia local. Para tanto, investigou-se a visão da comunidade quanto aos possíveis benefícios advindos da implantação dos parques; os impactos sobre o emprego, turismo e comércio; modificações na infraestrutura de acesso à cidade, modo de vida, tradições culturais da cidade e violência.

4.3 A ENERGIA EÓLICA EM GALINHOS – ANÁLISE *EX-ANTE*

Criado oficialmente em 1963, o município de Galinhos originou-se de uma vila de pescadores que tinha na captura de peixe-galo a base do seu sustento. Situa-se na costa atlântica norte do RN, numa área de 342,215 km^2, nas coordenadas geográficas 05º 05’27,6” S e 36º 16’30,0” W. Em 2018 a população residente foi estimada em 2.726 habitantes, sendo 51,6% do sexo masculino e 48,4% do sexo feminino, metade da população formada por jovens até 24 anos (IBGE, 2019). Seus dois principais núcleos

urbanos concentram 57% da população do município, e são ligados ao continente por um istmo arenoso. Assim, a península de 719 ha é banhada ao norte pelo oceano atlântico e ao sul por um braço de mar, e tal condição de isolamento faz com que a população local tenha um comportamento de ilhéu. Praticamente todo intercâmbio econômico e sociocultural de Galinhos é feito por barco.

A economia de Galinhos tem no turismo, pesca, extração de sal, aquicultura e setor público suas principais atividades geradoras de emprego e renda. A rede hoteleira de 09 pousadas constitui a base da atividade turística, que se difunde para outros setores. A pesca, além da sua dinâmica comercial própria, atua como complemento à atividade turística. A extração de sal tem papel importante na economia do município. A carcinicultura responde por 15% da produção do estado, maior produtor nacional de camarões com 15.434 t em 2017 (IBGE, 2017; IDEMA, 2017). Com IDH de 0,564, Galinhos insere-se no quadro de municípios brasileiros de baixo IDH, sendo um dos mais baixos no RN, ocupando a 156ª posição dentre os 167 municípios do estado. A dimensão que mais contribui com o IDH do município é a Longevidade, com 0,723, seguida da Renda com 0,578 e Educação com 0,429 (PNUD, 2013). Apesar de ter 22,1% da sua população ocupada, 48,8% da sua população tem rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário-mínimo (IBGE, 2019).

No município há 02 estabelecimentos de saúde e 07 de ensino. 99,3% dos domicílios recebem energia elétrica. Um sistema rudimentar de abastecimento de água, baseado em poços individuais ou por captação de água de chuva, somado à influência exercida pela água salgada do mar, por se tratar de um istmo marinho, compromete a qualidade e a facilidade de acesso à água. Ademais, o fato de as águas servidas serem dispostas diretamente no solo, sem um sistema centralizado de coleta de resíduos, reforça a característica negativa do saneamento básico existente (ROCHA, 2008).

4.3.1 O Movimento “Eólicas sim, nas dunas não!”

A exploração da eletricidade a partir do vento em Galinhos teve início com o leilão A-3/2009, primeiro leilão exclusivo para fontes de energia eólica, com operação comercial a partir de 01/07/2012 e contrato de exploração por 20 anos (ANEEL, 2009). Foram vencedores 71 projetos, 63 deles localizados na região Nordeste, 23 no RN. Destes, 02 deles a serem instalados em Galinhos, os parques eólicos Rei dos Ventos I e III.

Estudos prévios na região foram elaborados pelo consórcio Brasventos, para sondar a viabilidade econômica e ambiental do projeto, conduzindo ao pedido de Licença Prévia ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA –, órgão ambiental estadual, em 21/05/2008. Somente em novembro de 2011, quando da entrega do relatório ambiental dos empreendimentos – Parques eólicos Rei dos Ventos I e III – à prefeitura do município, os moradores de Galinhos tomaram conhecimento dos empreendimentos a serem instalados numa área de dunas ocupando 1.181 ha.

Os Parques Eólicos Rei dos Ventos I e III são originalmente pertencentes ao Consórcio Brasventos, cuja composição acionária esteve assim distribuída: Furnas, 24,5%; Eletronorte, 24,5%; e J. Malucelli Construtora, 51%. O parque eólico Rei dos Ventos I situa-se nas coordenadas 05°06’3,23’’S e 36°12’07,4’’W. Projetado para abrigar 35 aerogeradores de modelo ECO 86 ALSTOM, com potência unitária de 1,67 MW e potência total de 58,45 MW, torres de 80 m de altura e diâmetro do rotor 86 m. Ocupa uma área de 669,09 ha, compreendendo 14 vias de acesso, com largura de 10,50 m e extensão total de 16,6 km.

Já o parque Rei dos Ventos III localiza-se nas coordenadas 05°07’7,79’’ S e 36°09’47,54’’ W, contíguo ao Rei dos Ventos I. O projeto contabiliza 36 aerogeradores de modelo ECO 86 ALSTOM, com potência unitária de 1,67 MW e potência total de 60,12 MW, torres de 80 m de altura e diâmetro do rotor de 86 m. Este parque ocupa uma área de 512 ha, compreendendo 13 vias de acesso, com largura de 10,50 m e extensão total de 12,8 km.

Os parques localizam-se na região Norte do RN, contíguos à cidade de Galinhos, tendo seu acesso realizado através das rodovias BR-406 e RN-402. A Figura 29 mostra a localização da região.

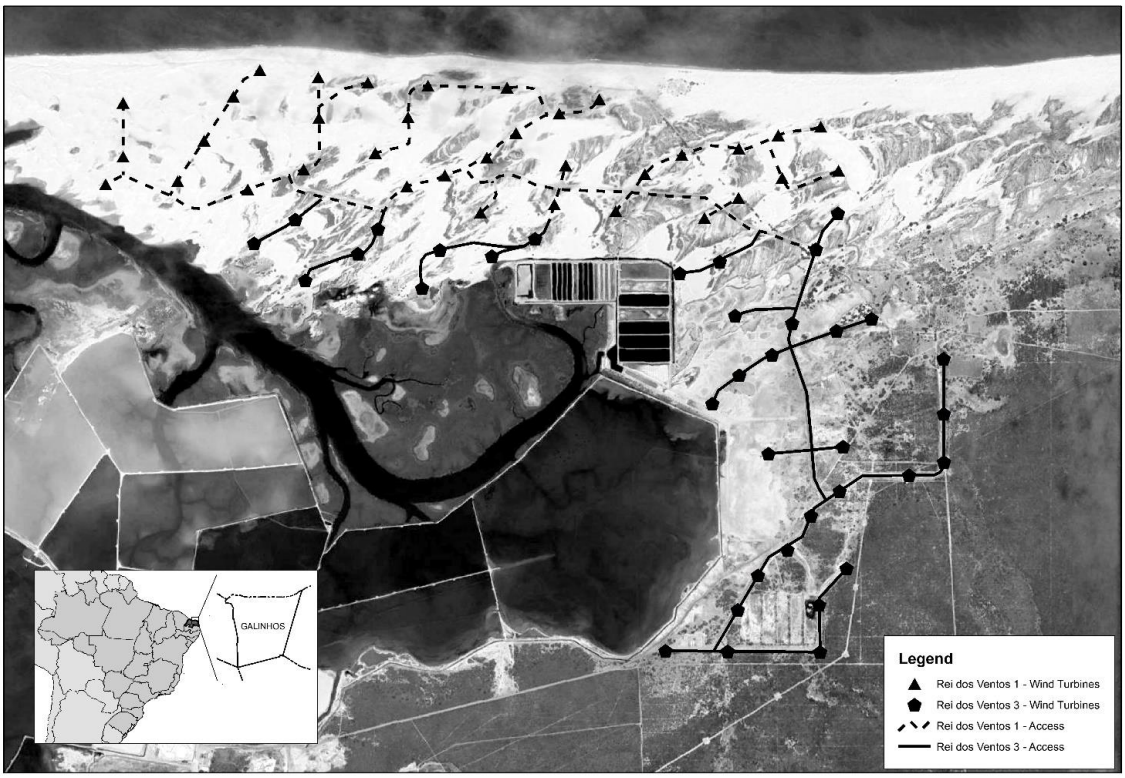


Figura 29 Mapa de localização de Galinhos.
Fonte: elaboração própria.

Diante da perspectiva de que a instalação dos parques eólicos Rei dos Ventos I e III nas Dunas do Capim afetasse essa importante atração turística da região, os moradores se mobilizaram, com vistas a passarem a ser considerados no processo de tomada de decisão quanto ao uso da área das Dunas do Capim.

A movimentação organizada da comunidade culminou na realização de audiências públicas. Nestas, além da grande participação da população local, o consórcio Brasventos, IDEMA, IBAMA – órgão ambiental federal – e Ministério Público Estadual estiveram presentes, ficando patente a posição de recusa da população em aceitar a instalação dos aerogeradores nas dunas móveis da região. A proposta dos moradores era realocar 22 aerogeradores, mas os empreendedores só aceitaram a realocação de 05 torres.

O movimento inédito da população em defesa do seu território provocou a organização dos moradores em várias associações, como associações de bugueiros, charreteiros, barqueiros, pescadores e marisqueiras, dentre outras. Em janeiro de 2012 a campanha da comunidade ganhou maior dimensão, pois passou a ser divulgada pelos órgãos da imprensa local e nacional, com repercussões também na imprensa internacional e rede Internet.

4.3.1.1 A percepção da comunidade

Havia no seio da comunidade de Galinhos, quando do anúncio dos empreendimentos, o receio de que a presença dos parques eólicos prejudicasse a atividade turística e a pesca artesanal no município. Destas atividades dependem a sobrevivência financeira de vários profissionais, como bugueiros, barqueiros, charreteiros, pescadores, guias turísticos, comerciantes etc. Em Galinhos o turismo é peculiar, pois o acesso à cidade se dá preponderantemente por barco e praticamente não há circulação de automóveis na cidade. Logo, o cotidiano assemelha-se ao que acontece em territórios insulares (SILVA *et al.*, 2012).

Os moradores foram surpreendidos diante da proposta de implantação do parque eólico e, portanto, não houve preparação ou discussão do consórcio empresarial e da gestão pública com a comunidade na etapa de planejamento. Foi percebido que a colocação das torres eólicas nas dunas descaracterizaria a paisagem natural, e que mais acertado seria realocar as torres para o interior do continente, em áreas mais estáveis. Segundo o presidente da associação de bugueiros de Galinhos, "a reivindicação da comunidade é pela não implantação dos aerogeradores na área das dunas. Nós queremos preservar a área do jeito que ela está hoje e ainda queremos transformá-la numa Área de Proteção Ambiental." (ARAÚJO, 2012c).

Uma vez que o IDEMA, ao emitir a Licença de Instalação dos parques, ignorou o apelo dos moradores organizados no movimento "Eólicas sim, nas dunas não!"; das associações comunitárias e de classe; do Conselho Estadual de Turismo – CONETUR –; e do Ministério Público Estadual, no sentido de se buscar alternativa locacional ao projeto, sedimentou uma percepção já mapeada pelos moradores de que este órgão público ambiental e, em uma escala maior, o governo estadual à época, agiam como "advogados das eólicas" (MENDES, 2012).

Mesmo nesse contexto adverso, o movimento "Eólicas sim, nas dunas não!" conseguiu se articular, por meio de ferramentas de Internet, com movimento similar registrado na comunidade de Flecheiras, no vizinho estado do Ceará. Lá também se constituiu um movimento de oposição à implantação de parque eólico em dunas.

O movimento realizou diversas atividades de denúncia, dentre as quais destaca-se o simbólico abraço às Dunas do Capim, de repercussão nacional, além da entrega de um abaixo-assinado com cerca de 600 assinaturas à governadora do estado em 30/01/2012

(MORADORES DE GALINHOS..., 2012). Neste foram expostos os temores relativos à ocupação das dunas, argumentando que a obra:

i) assorearia o braço de mar, comprometendo o sustento de pescadores e marisqueiras;
ii) comprometeria a dinâmica dunar e soterraria mangues;
iii) promoveria danos a sítios arqueológicos na área;
iv) geraria riscos à migração das aves e comprometeria a desova de tartarugas marinhas;
v) comprometeria o livre acesso às áreas de patrimônio público da União, impedindo atividades de turismo e lazer nas dunas.

Adiciona-se também à argumentação o fato histórico vinculado à memória afetiva dos moradores, principalmente os mais velhos, referente ao grave crime ambiental ocorrido na região em 1986, onde 2.400 ha de mangue foram afogados por meio de um método de afogamento do manguezal, em que este foi barrado visando a expansão de uma salina (OLIVEIRA e DINIZ, 2015). Tal fato, o maior crime ambiental de que se tem registro no estado, dizimou toda a fauna e flora da área, comprometendo o modo de vida dos pescadores da região, que tinham no mangue parte do seu sustento.

4.3.1.2 A Percepção dos Investidores

Por romper um *modus operandi* em curso, o movimento dos moradores causou estranheza aos investidores ligados ao setor. Vista como positiva, a chegada da energia eólica trazia a esperança do dinamismo econômico refletido localmente. Contudo, o conhecimento da reação da comunidade gerou, em atores ligados aos investidores, reações de diferentes ordens, não necessariamente alinhadas às demandas da comunidade. A Tabela 15 ilustra as posições relevantes de representantes dos investidores assumidas publicamente

Tabela 15 Percepção dos investidores frente à oposição dos moradores de Galinhos.

Investidor ou Representante	Posicionamento
CERNE - Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia	"[...] a comunidade de Galinhos deve fazer um balanço entre as perdas e ganhos proporcionados pela instalação da usina eólica no município. Se a perda for apenas o desvirginamento da área, então vale a pena. [...] não é admissível que uma comunidade que não cuida do próprio lixo grite contra os empreendimentos de energia eólica. [...] Abrir vagas de emprego, mesmo que seja por um intervalo de tempo pré-determinado não é uma coisa ruim. [...]." (ARAÚJO, 2012a).
ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica	"esta é a primeira vez que a população de um município brasileiro se posiciona contrária à instalação de um parque eólico. Estou surpresa em relação a este assunto. Eu, sinceramente, ainda não entendi este movimento. Em todos os parques em funcionamento ou em construção no país, a comunidade se sente atraída pela oferta de empregos e desenvolvimento da área. [...] o movimento que está em curso em Galinhos é contrário ao que vem ocorrendo em todo o Brasil atualmente." (ARAÚJO, 2012a).
FIERN - Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte	"[...] Basicamente é um grupo de bugueiros que eu não sei e nem foi dito o tamanho deles. Que comunidade é essa? São dois, meia dúzia? Eu admito que pelas informações que tenho é um grupo muito restrito de bugueiros. E um grupo de pescadores que está imaginando um problema. [...] A forma que foi colocada por eles, eles estão afirmando que vão espantar os peixes. Eles estão afirmando que vai atrapalhar a desova de tartarugas. Com que base? Com que base científica? Nenhuma. [...] Então foi uma especulação de um pequeno grupo que, no meu entender, não representa a comunidade de Galinhos. [...] A duna, que é o caso específico, quando ela não tem cobertura vegetal, essa duna é móvel [...] você não pode destruir a cobertura vegetal existente na duna. Mas quando essa duna não tem cobertura vegetal, você instalar ali um aerogerador, você está fixando a duna porque você está dando um tratamento." (ARAÚJO, 2012b).
Consórcio Brasventos	"o consórcio cumpriu todas as exigências do órgão ambiental do estado para licenciar as usinas. Não há motivos para realocar os aerogeradores, pois tudo foi feito dentro da lei ambiental, e o impacto ambiental é pequeno. Já realocamos a posição de cinco deles que estavam mais próximos do povoado de Galos". Consórcio Brasventos (FRANCISCO, 2012).

Fonte: elaboração própria a partir das referências citadas.

Nesse ambiente, foi possível atentar, a partir de declarações públicas, as percepções desses atores frente às manifestações dos comunitários do município de Galinhos, podendo estas serem assim sintetizadas:

i) desqualificação do movimento "Eólicas sim, nas dunas não!" como representante das demandas da comunidade de Galinhos;

ii) o descontentamento deveu-se a lideranças pontuais, sem legitimidade;

iii) o movimento seria manifestação de interesses oportunistas de grupos políticos;

iv) ausência de argumentos cientificamente embasados por parte dos opositores para demonstrar danos ambientais nas dunas advindos da instalação dos parques.

Receava-se que a difusão e ampliação do movimento contaminasse novos empreendimentos, levando potenciais investidores a recuarem em promover novos projetos eólicos na região.

Assim, as fragilidades socioambientais presentes na região de dunas de Galinhos, vindas à tona pelo movimento de reação, provocaram reações dos investidores, a saber: i) observou-se a minimização de possíveis danos ambientais ao patrimônio natural da região; ii) ignorou-se que alterações em tal ecossistema poderiam comprometer atividades econômicas que dele dependem; iii) desqualificou-se uma comunidade diante de suas próprias dificuldades de gestão cotidiana e da legítima preocupação com o seu futuro.

4.3.1.3 A atuação da gestão pública

Desde os primeiros estudos requeridos o IDEMA atuou para desembaraçar impedimentos ao projeto. Havia à época forte demanda pela expansão da energia eólica no país, e um agrupamento empresarial articulado, inevitavelmente com o apoio estratégico do Governo, pressionaria os órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental para agilizar a liberação dos condicionantes legais. Questionado sobre a reação dos moradores de Galinhos à instalação do parque eólico, o então diretor-geral do IDEMA declarou:

> é o principal projeto do governo federal de cumprimento do Protocolo de Quioto que será apresentado na Rio+20 em junho. Pegaria muito feio para o estado caso a gente não conceda a licença para este empreendimento, ou a União chegar na conferência e dizer que não atingiu as metas do Protocolo porque o Rio Grande do Norte não licenciou o principal projeto. O IDEMA não vai assumir essa responsabilidade e eu imagino que o Ministério Público também não (ARAÚJO, 2012d).

Importa ressaltar que a manifestação do diretor-geral do IDEMA acima reproduzida refletiu o despreparo da alta gestão do órgão ambiental para tratar do tema, uma vez que confunde conceitos e pautas, sendo necessário esclarecer tais imprecisões: i) a Rio+20 não foi uma conferência voltada à discussão do Protocolo de Quioto; ii) o Brasil como um país não anexo I não possui metas compulsórias de redução no âmbito do Protocolo de Quioto; iii) não há qualquer relação entre a implementação do parque eólico e o compromisso de redução de emissão de GEE dentro do Protocolo de Quioto, nem tampouco há protagonismo do estado do Rio Grande do Norte, IDEMA e Ministério Público nesse contexto.

Face às controvérsias, o IBAMA foi acionado pela Justiça Federal, a pedido do Ministério Público Federal, para proceder a análise técnica referente ao licenciamento

ambiental do parque eólico de Galinhos, sendo instado a responder às questões: i) se de fato estaria ocorrendo descumprimento da Licença de Instalação; ii) se estaria ocorrendo qualquer outra degradação ilegal de qualidade ambiental; e iii) quais as medidas adotadas para mitigar os possíveis danos.

O Parecer Técnico Nº 008/2012, elaborado pelos analistas do IBAMA, identifica notórias incoerências de ordem legal e operacional que permearam todo o processo de licenciamento; as licenças foram consideradas ilegais, pois foram concedidas em desacordo com as normas legais em vigor, contra os interesses coletivos e devido aos vícios que ficaram demonstrados. Nesse Parecer foram elencadas doze recomendações orientadas a alinhar todo o processo de licenciamento aos condicionantes legais, de forma a eliminar os danos socioambientais observados. Destaca-se que a primeira das recomendações foi textual em solicitar a anulação da licença ambiental do empreendimento (IBAMA, 2012).

Nesse contexto, percebe-se uma dissintonia entre órgãos ambientais, e um despreparo de seus gestores em lidar com questões complexas de repercussão local e internacional de forma independente. De abrangência nacional, o IBAMA foi acionado com caráter consultivo e apontou problemas socioambientais a serem melhor investigados, relativos ao licenciamento efetivado pelo IDEMA. Já na esfera estadual, responsável pela liberação do licenciamento ambiental, o IDEMA posicionou-se no sentido de agilizar a liberação do licenciamento a partir de instrumentos eminentemente formais, desconsiderando as indicações de violações socioambientais que demandavam, minimamente, a elaboração de estudos científicos que tornassem possível sustentar a instalação dos aerogeradores nas dunas de Galinhos.

4.3.1.4 A atuação do Judiciário

Não obstante as diversas manifestações em contrário ao processo de anuência à implementação dos Parques Eólicos Rei do Ventos I e III, o IDEMA emitiu suas licenças em 05/04/2012, nas quais autoriza o início das obras. Ato contínuo, o Ministério Público entrou com Ação Civil Pública, solicitando medida liminar suspendendo o andamento da construção dos referidos parques, tornando sem validade as licenças já concedidas, e instando a reparação aos danos ambientais já ocorridos. Para esse propósito duas razões fundamentais foram alegadas, a saber: i) o consórcio não ter apresentado uma alternativa locacional para os projetos em tela, item obrigatório nos estudos prévios; ii) não terem

sido realizadas consultas às comunidades tradicionais situadas na área do empreendimento.

O pedido de liminar foi acatado pela Justiça de primeira instância, suspendendo as obras dos parques e estabelecendo multa em caso de descumprimento. Tanto o IDEMA quanto o consórcio recorreram da decisão, tendo os agravos sido julgados no dia 14/06/2012 pelo Tribunal de Justiça do RN, que considerou os empreendimentos de pouco impacto ambiental e plenamente reversível, cabendo licença baseada em um Relatório Ambiental Simplificado – RAS – e não por um EIA/RIMA, relatório ambiental mais extenso e detalhado. A pressão do movimento comunitário levou o IDEMA a solicitar o EIA/RIMA ao empreendedor (ARAÚJO, 2012d).

Uma vez que os parques estão situados na zona costeira em Área de Preservação Permanente, ficou caracterizado como inserido em terreno de Marinha, de responsabilidade da União. Por esse condicionante, a ação foi transferida para o âmbito da Justiça Federal, e o Ministério Público Federal manifestou-se pela nulidade dos atos decisórios proferidos pela Justiça Estadual. O juiz federal julgou pela continuidade das obras dos parques, considerando regular o licenciamento por RAS, não ficando demonstrada irregularidade no licenciamento por parte do órgão estadual, estando o mesmo "hígido, regular e legal". Quando foi discutida a indispensabilidade do EIA/RIMA, pauta aventada pelo Ministério Público, o magistrado entendeu que a situação se amoldava ao RAS, pelo fato de

> se tratar de estrutura de geração de energia limpa e de impacto mínimo ao meio ambiente. [...] uma vez que o impacto ambiental é mínimo sem que tenha havido qualquer degradação da área ou inconveniência à população local, como demonstram os relatos dos próprios moradores da edilidade, incluindo-se sua prefeita e o presidente da Câmara Municipal (BRASIL, 2012).

Quanto à proposição de uma alternativa locacional, inexistente no RAS e presente de forma superficial no relatório EIA/RIMA, alertada pelo Ministério Público, o juiz entendeu que

> os envolvidos no procedimento de licenciamento, inicialmente de forma simplificada e, posteriormente através de estudo mais detalhado levaram em conta alternativas de localização do empreendimento, convencendo-se que a área escolhida seria a mais adequada e eficiente para a implantação do projeto. (BRASIL, 2012).

Com relação à possibilidade de existência de alternativa locacional à faixa costeira no município de Galinhos e da conveniência de se buscar outras áreas, pontuou que

> É forçoso reconhecer que diminui o interesse do empreendedor na construção de parque eólico em terras de menor cultivo de vento, o que pode inviabilizar o negócio, cujos frutos, no presente caso, foram notados não apenas pelos donos do negócio, mas pela população em geral (BRASIL, 2012).

E como síntese avaliativa expõe:

> convém destacar que se demonstrou que o impacto ambiental produzido pelo parque eólico é mínimo, sendo avassaladora a quantidade de benefícios reais para a população em geral (BRASIL, 2012).

O julgamento foi encerrado em 19/12/2013. Decidiu-se pela regularidade e legalidade do processo de licenciamento dos parques e continuidade das obras. Prevaleceu uma lógica de mercado, ao passo que uma discussão dos reais impactos socioambientais ficou invisibilizada.

4.3.2 Energia eólica e seus potenciais impactos: o que os estudos apontam

A experiência dos conflitos na implantação de parques eólicos no vizinho estado do Ceará orientou os moradores de Galinhos a se organizarem de forma a publicizar seus receios concernentes à chegada dos empreendimentos eólicos, e assim buscarem canais de comunicação com as esferas de poder, com vista a tornarem-se visíveis no processo de tomada de decisão. No Ceará tem-se identificado consideráveis impactos ambientais provenientes da instalação de parques eólicos em sua zona costeira, área dominada por campos de dunas. Nesses termos, as usinas eólicas

> estão promovendo profundos impactos ambientais negativos ao longo do litoral nordestino. As que estão operando e as em fase de instalação nos campos de dunas revelaram que a área ocupada pelos aerogeradores é gravemente degradada – terraplenada, fixada, fragmentada, desmatada, compactada, alteradas a morfologia, topografia e fisionomia do campo de dunas –, pois se faz necessário a manutenção de uma rede de vias de acesso para cada um dos aerogeradores e resguardar a base dessas estruturas da erosão eólica. Com isso iniciou-se um generalizado e aleatório processo de fixação artificial das areias, danos aos sítios arqueológicos e privatização destes sistemas ambientais de relevante interesse socioambiental (MEIRELES, 2011, p. 1).

Assim, há preocupação com os campos de dunas, pois alterações antrópicas como retirada de vegetação, corte ou aplainamento de dunas e soterramento de lagoas interdunares conduzem a “uma nova dinâmica, normalmente regida pelo predomínio da erosão” (MEIRELES, 2011), e essas ações são requisitos para a instalação de parques eólicos em campos de dunas. CHEN *et al*. (2004) mostram a relação entre a manutenção da forma das dunas e a quantidade de água contida em seu interior, o que contribui para a manutenção dos níveis de lençol freático. Estudos como os de ALBUQUERQUE *et al*.

(2014) e HADLICH e UCHA (2009) descrevem a importância ecológica das áreas planas de apicuns, de alta salinidade ou acidez, localizadas na região de supramaré e desprovidas de vegetação ou com vegetação rasa, presentes em regiões intertropicais no mundo e associadas a manguezais. Estas são proteções naturais da costa e auxiliam contra a erosão, além de serem locais de reciclagem de nutrientes e energia (PRIMAVERA, 2005). Os estudos de MARTÍNEZ *et al*. (2006), PINTO (2004) e SCHLACHER *et al*. (2008) reportam preocupações com o gerenciamento de faixas costeiras, a sua ocupação por atividades econômicas e impactos decorrentes de mudanças climáticas.

Em estudo sobre a geomorfologia em Galinhos, LIMA (2004, p. 69) mostrou que

> a área é caracterizada pela complexidade de suas feições geomorfológicas, representada por praias, recifes, estuários, mangues, lagoas, laguna, dunas e esporões arenosos (*spit*). O modelamento dessas feições é fruto da atuação conjunta de ondas, correntes costeiras e ventos, relacionados com as variações do nível do mar ocorridas durante o período Quaternário. [...] O *spit* de Galinhos constitui-se em um ecossistema frágil, passível de modificações rápidas tanto naturais como antrópicas.

COSTA NETO (2009), em outro estudo na região, analisou alterações ambientais no complexo estuarino lagunar Galinhos-Guamaré, decorrentes de fenômenos naturais (marés, correntes, chuvas, ventos e ondas) e antrópicos (escavação e barramento de canais, construção de taludes em áreas de inter e supramaré, lançamento de efluentes das salinas e carcinicultura no meio aquático e destruição de mangues). Os principais impactos identificados foram: mortandade de fauna e flora; formação de bancos arenosos na desembocadura do sistema; aumento da salinidade e densidade da água; e aumento de nutrientes, contribuindo para a eutrofização. O estudo propõe a implantação de uma Unidade de Conservação Ambiental na região Guamaré-Galinhos.

Referente à avifauna, levantamentos foram feitos na região estuarina de Galinhos, incluída a área de salina. Neles foram mapeadas espécies de aves limícolas migratórias neárticas e aves residentes. Foram identificadas 18 espécies de aves neárticas das famílias *Charadriidae*, *Scolopacidae* e *Sternidae* (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2004; LARRAZÁBAL *et al.*, 2002; VALENTE *et al*., 2011). A espécie neártica *Calidris pusilla* – maçarico-rasteirinho – foi identificada como a mais abundante na região, apesar da permanente preocupação quanto à redução de sua população (CARVALHO, 2009). Estas aves se utilizam de regiões naturais, como as dunas e os manguezais, e antrópicas, como a área de salina, em busca de refúgio e alimentação.

Vários estudos versam sobre impactos de parques eólicos em aves. LANGSTON e PULLAN (2003) identificam os seguintes perigos potenciais para aves em parques: i)

perturbação, levando a deslocamento ou exclusão, incluindo barreiras ao movimento; ii) mortalidade por colisão; iii) perda ou dano ao habitat, resultantes de turbinas eólicas ou infraestrutura associada. Por sua vez POWLESLAND (2009), corroborando os impactos já citados, identifica características dos parques eólicos que podem contribuir para impactos em aves, como: i) a escala dos parques; ii) a configuração, construção e operação do parque; iii) o tamanho, luzes e velocidade das pás das turbinas; iv) as estruturas associadas, como a rede elétrica; e v) características do ambiente. Entretanto, para PEARCE-HIGGINS *et al*. (2012) há pouca evidência ainda de declínio geral da população de aves devido aos parques na fase pós-construção, mas a etapa de construção pode trazer grandes danos. Já PERCIVAL (2005) entende que aves e parques podem coexistir, desde que se evite áreas: i) com alta densidade de aves de rapina; ii) com alta densidade de espécies vulneráveis; iii) onde a perturbação possa afetar a alimentação ou aninhamento. Por sua vez, DREWITT e LANGSTON (2008) ressaltam que a mortalidade por colisão pode realmente afetar a população de aves, sendo necessário um grande esforço para se ter estimativas mais apuradas, nos níveis local, regional e nacional, para melhor avaliar os impactos de parques eólicos em populações de aves.

Quanto a quelônios, há registro de ocorrência destes e respectivos locais de desova ao longo do litoral brasileiro. Especificamente na Bacia Potiguar, a espécie *Chelonia mydas* foi a que mais frequentemente encalhou no litoral, em acompanhamento feito no período de 2010 a 2012. No trecho de litoral Galinhos-Caiçara foi identificada a presença de tartarugas marinhas, embora em menor quantidade que em outros trechos como Macau-Guamaré, Areia Branca-Porto do Mangue e Grossos-Icapuí (FARIAS, 2014). Por se tratar de espécies que estão ameaçadas de extinção, há uma preocupação de governos e outras entidades em monitorar e estabelecer estratégias para sua conservação (MARCOVALDI *et al.*, 2011).

Vale destacar que o município de Galinhos se originou a partir de uma comunidade de pescadores artesanais, ainda presentes na vida da cidade, apesar do crescimento da atividade turística. Estes são definidos como

> aqueles que, na captura e desembarque de toda classe de espécies aquáticas, trabalham sozinhos e/ou utilizam mão de obra familiar ou não assalariada, explorando ambientes ecológicos localizados próximos à costa, pois a embarcação e aparelhagem utilizadas para tal possuem pouca autonomia. A captura da pesca artesanal é feita através de técnicas de reduzido rendimento relativo e sua produção é total ou parcialmente destinada ao mercado (CLAUZET *et al.*, 2005, p. 1).

Em estudo realizado junto a pescadores artesanais na RDSEPT em Macau, próxima a Galinhos, OLIVEIRA *et al*. (2016) mostram que a pesca do peixe-voador, sardinha-laje e tainha é a principal fonte de alimento e renda para as comunidades. Os pescadores relatam melhorias advindas da criação da RDSEPT, mas temem por alguns fatores que degradam o meio ambiente como a pesca predatória, os empreendimentos de energia eólica e petróleo, e a falta de fiscalização.

Um estudo foi feito na comunidade tradicional de Xavier, no estado do Ceará, território com características socioeconômicas e ambientais que muito se assemelham ao verificado em Galinhos. Nessa comunidade foi implantado um parque eólico a 200 m do aglomerado residencial que a compõe. Os moradores, após demanda judicial que buscava garantir direitos, conseguiram benefícios para a comunidade, que se refletiram em acesso a moradias de qualidade e energia elétrica, melhoramentos nas vias de aceso e no transporte escolar. No entanto, se sobrepuseram fatores negativos como: privatização de áreas de uso comum; redução do aporte de água superficial; supressão de lagoas de água doce utilizadas para pesca; incômodos advindos do ruído dos aerogeradores; e preocupações relativas à ocorrência constante de acidentes. Uma vez que não houve unidade em torno da concordância com o rol de ações de melhoramentos promovidas pelos empreendedores, surgiram conflitos internos entre moradores após a implantação das medidas compensatórias (MENDES *et al.*, 2016).

Já em estudo etnográfico realizado junto aos moradores de Galinhos, foram analisados aspectos ligados à afetividade e identidade com o lugar, no que concerne à relação dos moradores com o conflito envolvendo a instalação do parque eólico. Nele, levou-se em conta a memória afetiva da comunidade quanto a evento passado de crime ambiental, decorrente da expansão da salina no local, e que ensejou protesto dos pescadores por conta da destruição do manguezal que provinha seu sustento alimentar e econômico. O estudo conclui que os conflitos decorreram não só como relação autoritária entre grandes grupos econômicos e uma pequena comunidade ameaçada em sua sustentabilidade econômica, ou seja, uma contradição capital-lugar, mas também por um processo de ligação afetiva com o lugar e entre as pessoas que o ocupam, laços esses que foram se reforçando pelo histórico dos enfrentamentos. Por esses caminhos, o estudo identifica aspectos que diferenciam o ocorrido em Galinhos quanto à aceitação do parque eólico e a não ocorrência de oposição à energia eólica em outros municípios do estado (FARIAS, 2017).

4.4 ANÁLISE *EX-POST*: PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE APÓS A CONSOLIDAÇÃO DO PARQUE EÓLICO

4.4.1 A pesquisa de campo

Após 06 anos de operação dos parques, observa-se um alheamento da população em relação a estes, captando-se, no sentimento coletivo, que os empreendimentos em pouco contribuíram para o desenvolvimento do município. Logo, algumas pautas defendidas pela comunidade antes da implementação dos parques precisam ser comparadas com a realidade vigente, como as apreensões relativas às interferências negativas ao turismo e à pesca, e desdobramentos ambientais.

A pesquisa de campo realizada, visando captar as percepções da comunidade quando da implementação dos parques em estudo, em seu exercício, mapeia expectativas e apreensões da população de Galinhos materializadas ou não após a implementação dos parques. Tais aspectos aflorados nesse processo – *ex-ante* – foram levantados a partir da apreciação crítica de uma base documental. A análise desse conjunto de documentos ampara a síntese da percepção da comunidade, conforme o apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 Expectativas e apreensões da comunidade *ex-ante*, de acordo com as dimensões de ordem econômica, sociocultural e ambiental.

Ordem	Expectativas	Apreensões
Econômica	Oportunidade para geração de emprego, aumento no comércio, e surgimento de novos negócios	• Prejuízos às atividades turísticas: o Redução na atividade de transporte: marítimo e terrestres (buggy e charrete); o Redução na atividade do comércio: pousadas, bares, restaurantes e outros. • Redução na atividade pesqueira.
Sociocultural	Benefícios à infraestrutura da cidade	• Invisibilização das demandas da comunidade: falta de interlocução com os investidores e órgãos da gestão pública; • Descaracterização do modo de vida tradicional “ilhéus”; • Impossibilidade de acesso à Duna do Capim em caso de impedimento de entrada na área do parque; • Surgimento de tráfego de automóveis na cidade; • Riscos de possíveis acidentes advindos do funcionamento do parque.
Ambiental	Contribuição ao desenvolvimento sustentável	• Descaracterização da paisagem natural e poluição visual; • Negligência do poder público quanto ao conhecimento dos potenciais danos ambientais do empreendimento; • Perda de biodiversidade; • Danos à avifauna, ictiofauna e quelônios; • Geração de ruído.

Fonte: elaboração própria, baseado em ARAÚJO (2012a; 2012b; 2012c; 2012d); BRASIL (2012); IBAMA (2012); MENDES (2012); MORADORES DE GALINHOS (2012); OLIVEIRA e DINIZ (2015).

A análise *ex-post*, realizada aplicando-se questionários, teve por objetivo revelar a percepção da população no que concerne à operação dos parques aqui tratados, situados em seu território.

4.4.2 Conhecimento da comunidade sobre o conceito de energia renovável

A pesquisa identificou que 66% dos entrevistados desconhecem ou não conseguem conceituar energia renovável. Dos 34% que afirmaram ser capazes de conceituar energia renovável, apenas 63% apresentaram minimamente resposta satisfatória, permitindo inferir que menos de 22% da população domina tal conceito. Já o entendimento do que seja energia eólica é compartilhado também por menos de 22% da população. A Figura 30 ilustra os resultados.

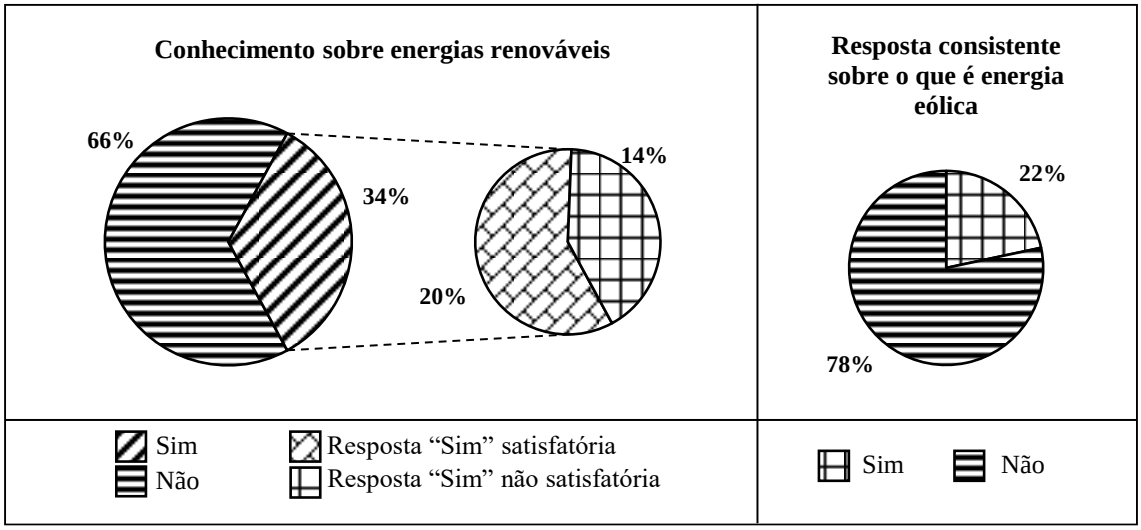


Figura 30 Conhecimento da comunidade sobre o conceito de energia renovável.
Fonte: dados da pesquisa de campo.

Esse desconhecimento da população reflete o nível de sua formação educacional, em que o IDH Educação do município exibe uma grande inércia da população acima de 18 anos na elevação da escolaridade, tendo um dos menores IDH do estado (PNUD, 2013). Não se pode também afastar a responsabilidade dos investidores e da gestão pública na conformação desse quadro, uma vez que a implementação de um empreendimento pautado no atrativo da promoção do desenvolvimento sustentável deve, por obrigação conceitual, desenvolver relações com o seu entorno de forma a apropriar a população dos conceitos fundamentais da sustentabilidade. Isso inclui a disseminação das

bases conceituais da tecnologia utilizada, seus benefícios socioambientais e potenciais danos.

4.4.3 O parque eólico e o meio ambiente

Por apresentar-se fortemente propícia à pesca de peixes-galo, a região atraiu pescadores, que se fixaram em aldeias e iniciaram o povoamento da localidade. Nesse contexto, a pesca tradicional do peixe-galo tem relevância na constituição da identidade do município e, portanto, a preservação deste assume importância na comunidade. Para 60% dos entrevistados, a população de peixe-galo vem sendo reduzida. No entanto, apenas 6% destes acreditam que tal fenômeno se vincula ao funcionamento do parque.

A ocorrência de desova de tartarugas na costa de Galinhos foi afirmada por 65% dos entrevistados. Isso indica que se faz necessário um monitoramento desses eventos, inclusive o desenvolvimento de pesquisa sobre a influência do parque, uma vez que esta não vem sendo acompanhada.

O município de Galinhos tem destaque por conformar-se em um importante sítio migratório de espécies de aves neárticas como *Calidris pusilla*, *Tringa flavipes* e *Tringa melanoleuca* (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2004; LARRAZÁBAL *et al*., 2002). Importa destacar que a manutenção de manguezais, praias, estuários e lagoas interdunares são de suma importância à preservação dessas espécies migratórias (ICMBIO, 2014, 2016, 2018; VALENTE *et al.*, 2011).

Nesse aspecto, a pesquisa revela o registro de 16% de entrevistados que afirmaram ter conhecimento de acidentes com pássaros. No entanto, os mesmos, na sua totalidade, não conseguem vincular tais acidentes ao funcionamento do parque. Pela importância da região de Galinhos na rota migratória de aves, faz-se mister a estruturação do monitoramento do parque eólico no que concerne a seu efeito e/ou danos à avifauna.

Vale também mencionar apreensões relatadas quanto a potenciais danos à ictiofauna, avifauna e quelônios advindos de ruídos gerados pelos movimentos rotacionais das pás dos aerogeradores, bem como efeitos decorrentes de luzes noturnas de sinalização dos parques.

Para 44% dos entrevistados, a presença dos parques eólicos prejudicou o meio ambiente, argumentando que:

i) o parque eólico movimentou dunas e retirou áreas cobertas de vegetação;

ii) as estradas de piçarras aplainaram dunas e a poeira cobriu e matou áreas verdes;

iii) a areia deslocada das dunas é carreada para o rio, contribuindo para seu assoreamento;

iv) a construção do parque violou sítios arqueológicos.

No que tange à paisagem, apenas 15% dos entrevistados demonstraram incômodo devido à presença do parque, alegando que ele se configura como uma intrusão visual que, por consequência, tem potencial de prejudicar o turismo e o comércio. A Figura 31 ilustra estes resultados.

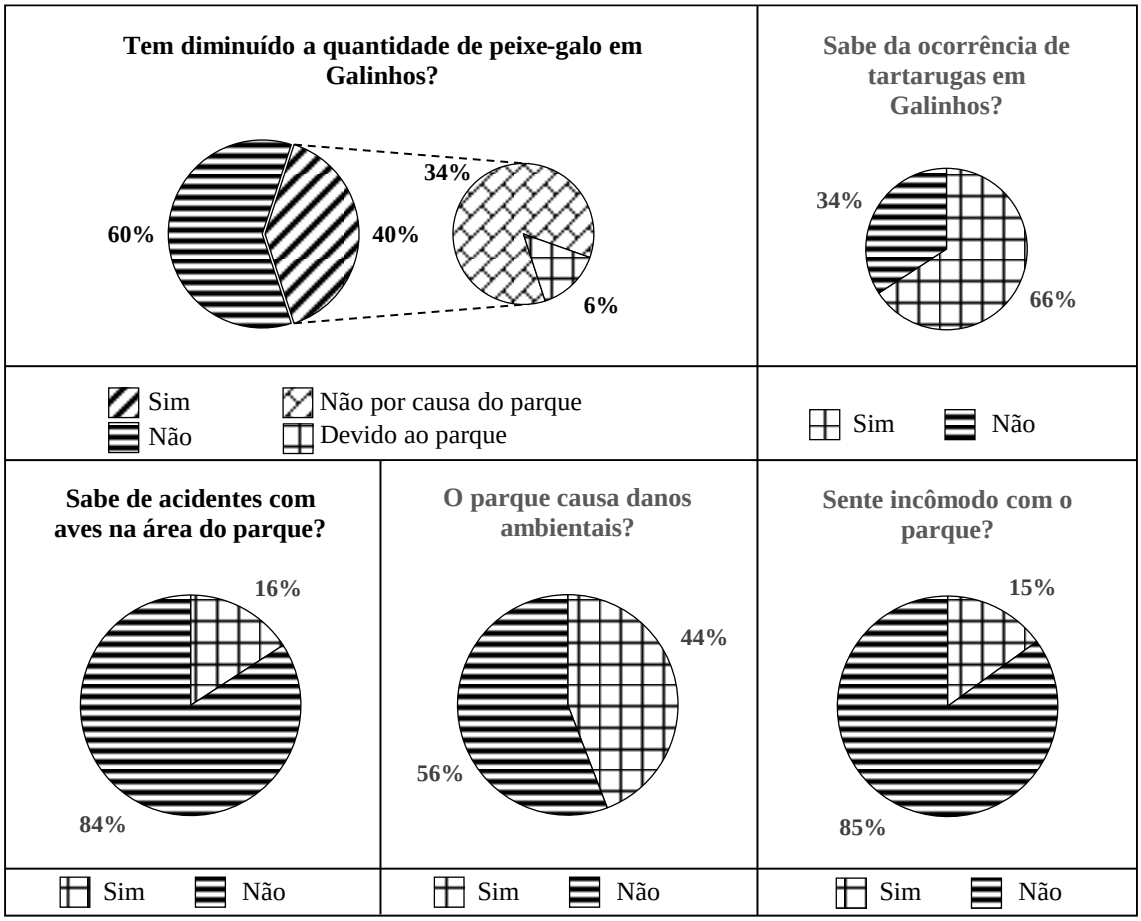


Figura 31 O parque eólico e o meio ambiente.
Fonte: dados da pesquisa de campo.

4.4.4 O parque eólico e seus rebatimentos socioeconômicos e cultural

No item geração de empregos, 57% dos entrevistados avaliaram que a quantidade de empregos aumentou. Todavia, essa possível ampliação nos postos de trabalho esteve vinculada ao estrito período de construção dos parques, que exige temporariamente um

número elevado de trabalhadores. TRALDI (2018) ressalta que não há garantia de empregabilidade da mão de obra local, pois é demandada mão de obra de trabalhadores com habilidades e competências específicas para a construção civil, nem sempre disponíveis na região de implantação do empreendimento. Finalizadas as obras e postos em movimento os aerogeradores, registra-se que apenas 05 moradores do município de Galinhos estão ocupados no parque, em funções de vigilância e manutenção de vias internas.

Relativamente ao comércio, para 69% dos pesquisados este não alterou sua dinâmica. Creditam isso ao fato de que o parque é alheio à cidade, pois não emprega a população local, não impulsiona transações comerciais, nem tampouco aponta para o surgimento de novas atividades econômicas, sendo considerado assim um enclave.

Referente ao turismo, 67% ajuízam que esta atividade não sofreu alteração, pois o turismo desenvolvido no município conseguiu manter-se como atividade autônoma. Seus atrativos naturais, impulsionados pela forma singular do “modo de vida ilhéu” da comunidade, mantiveram-se a salvo de potenciais interferências advindas do funcionamento do parque. Portanto, a conquista da liberação do acesso e circulação nos parques, obtida por meio da mobilização política da comunidade, foi fundamental para manter a atratividade do turismo.

O acesso a Galinhos, premida por barreiras naturais, é feito majoritariamente por barcos. A abertura de estradas, face à chegada do parque, possibilitou, para 75% dos entrevistados, uma afluência maior de automóveis no município. Neste aspecto, os dados obtidos mostram que a população se divide quanto aos benefícios ou danos ao modo de vida local oriundos de uma maior presença de automóveis na cidade. 46% avaliam como positivo o aumento do tráfego, por poder impulsionar o comércio e turismo locais. Para 15% a presença de automóveis não altera o cotidiano da cidade, e 37% entendem que facilita e amplia significativamente problemas sociais como tráfico de drogas e violência urbana.

Vale destacar que 80% dos pesquisados afirmaram já ter utilizado a estrada construída no parque para acessar ou deixar Galinhos, demonstrando que a maior utilização da via terrestre para acesso à cidade já é uma realidade. A Figura 32 ilustra os resultados.

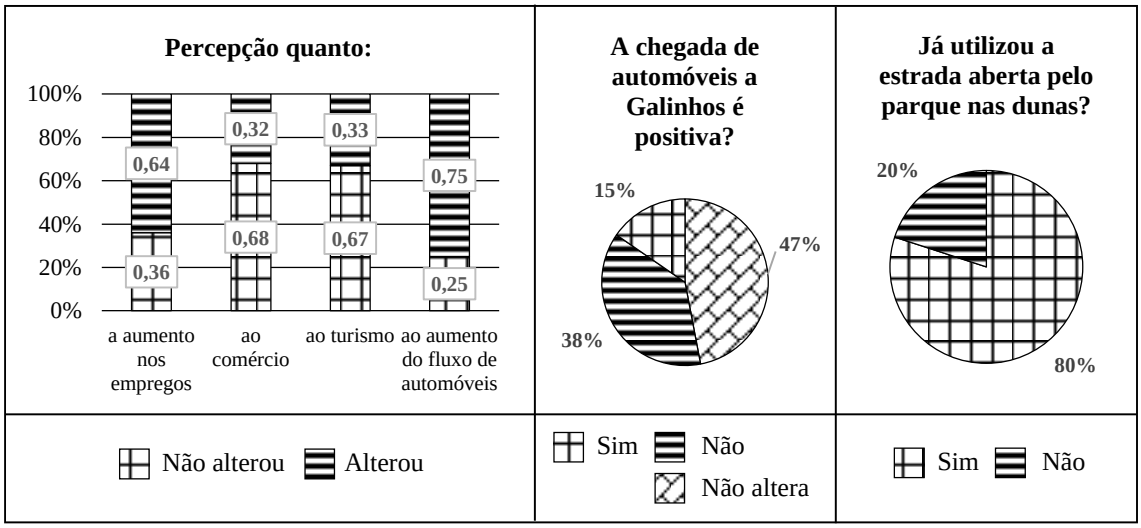


Figura 32 O parque eólico e seus rebatimentos.
Fonte: dados da pesquisa de campo.

As percepções e apreensões apontadas pela pesquisa documental que tem registros antes da instalação dos parques, bem como o diagnóstico da realidade observada pela pesquisa de campo, estão sintetizadas na Tabela 17.

Tabela 17 Síntese das percepções e apreensões antes da instalação do parque e o diagnóstico da realidade observado pela pesquisa de campo.

*	**	Circunstância *ex-ante*	Diagnóstico *ex-post*
E	1	Geração de emprego	• O nível de emprego não se alterou com a chegada do parque.
E	1	Aumento no comércio	• Não se percebeu alteração no comércio após o parque.
E	1	Surgimento de novos negócios	• Não se registra o surgimento de novos negócios derivados da chegada do parque.
E	2	Benefícios à infraestrutura da cidade	• A instalação do equipamento de dessalinização da água é insuficiente para atender à demanda, e tem o funcionamento inconstante; • As vias abertas na área do parque são usadas por parte significativa da população; • Registro de reclamações quanto à não compensação na conta de energia elétrica devido à presença do parque no município.
E	3	Energia eólica como forma de geração ambientalmente benigna	• Percepção de que houve retirada de vegetação e sufocamento da mesma pela poeira da construção; • Queixa quanto à violação de sítios arqueológicos na área do parque;
A	1	Prejuízos ao turismo	• Não se alterou a atividade turística como decorrência da chegada do parque;
A	1	Redução na pesca	• Não se observou redução na pesca devido à presença do parque.
A	2	Invisibilização da comunidade	• Não se observou a existência de canais de diálogo entre a gestão do empreendimento e a comunidade;
A	2	Modo de vida “ilhéu”	• Há apreensão de que o aumento do fluxo de automóveis traga episódios de violência e desorganize a tranquilidade da cidade;
A	2	Acesso à área do parque	• Devido à pressão dos moradores, o acesso ao parque para passeios nas dunas preservou atividade de bugueiros e o lazer dos moradores.
A	2	Riscos de acidentes nas torres	• Permanece o receio quanto a sinistros tais como incêndios e queda de pás nos aerogeradores
A	3	Descaracterização da paisagem natural	• Não há consenso entre os moradores quanto à influência negativa do parque na paisagem.
A	3	Negligência da gestão pública em acompanhar possíveis danos ambientais	• Não se percebe a presença de órgãos ambientais monitorando o cumprimento de condicionantes ambientais nem dialogando com os moradores.
A	3	Perda de biodiversidade e danos à avifauna, ictiofauna e quelônios	• Há percepção de acidentes com aves na área do parque, e de presença de tartarugas, mas não se conhece ação de órgãos ambientais em acompanhar possíveis danos a estes ou outras espécies vivas.

Legenda: * Aspecto: E – Expectativa, A – Apreensão; ** Dimensão: 1- Econômica; 2- Sociocultural; 3- Ambiental.
Fonte: elaboração própria, baseado na pesquisa de campo.

Os resultados obtidos mostram que a narrativa que dá suporte à expansão da energia eólica assenta-se, em grande parte, no argumento de que ela promove o desenvolvimento sustentável. Contudo, tais ideias convergentes tornam-se frágeis diante do registro de reações originadas pelas comunidades que recebem esses empreendimentos. Estes movimentos receiam que a instalação de parques eólicos possa

conduzir a situações de danos ambientais, culturais e socioeconômicos, em se tratando de comunidades pobres e tradicionais.

No que concerne ao comportamento dos investidores, estes atuaram no sentido de desqualificar o movimento social da comunidade, a partir de uma lógica que minimiza indicadores de danos sociais e ambientais. Com relação aos governantes, registra-se uma dessintonia entre diferentes agências ambientais, gestores despreparados para lidar com questões ambientais relevantes, e susceptibilidade destes às pressões advindas de interesses econômicos. Quanto ao Judiciário, o forte apego aos aspectos formais da lei passou a impressão de que outra interpretação seria possível, caso evidências de impactos socioambientais tivessem sido consideradas.

A análise *ex-post* permite concluir, a partir das percepções expressas pela comunidade, que:

i) os parques eólicos analisados não promovem a criação de empregos locais, ou mesmo renda superior nas suas cercanias, no longo prazo;

ii) a dinâmica do turismo e comércio locais não foi impactada significativamente;

iii) não há evidência de que os parques eólicos influenciaram a dinâmica da avifauna, ictiofauna ou quelônios. Porém, permanece como necessário estudos adicionais para monitorar e diagnosticar a situação dessas populações, tanto por parte das agências governamentais, como por parte dos investidores, devido ao fato de se tratar de espécies animais protegidas por leis ambientais;

iv) não foi registrada reclamação quanto a ruído ou outro prejuízo à saúde humana advindos dos parques eólicos. No entanto, não foram identificados estudos que poderiam permitir estender tais afirmativas para a saúde e conforto animal;

v) não há contribuição significativa da indústria eólica à infraestrutura da cidade;

vi) evidenciou-se que a comunidade manifestou a falta de interlocução com os investidores, permanecendo, portanto, invisíveis, mesmo após a entrada em operação dos parques;

vii) a descaracterização do tradicional modo de vida “ilhéu” é uma preocupação, especialmente para a população mais velha;

viii) não se verificou aumento no tráfego de carros na cidade devido aos novos acessos construídos pelo consórcio de investidores no parque eólico, que facilitam o acesso à cidade.

Ficou demonstrado que não se pode, ato contínuo, afiançar que a implementação de plantas de produção de energia eólica contribui para o desenvolvimento sustentável local, pois há ainda um robusto conjunto de questões a respeito de benefícios e potenciais danos socioambientais relacionados à construção e operação dos parques eólicos. Identifica-se também a necessidade de um melhor planejamento da produção de energia, em que as fontes de energia renovável possam promover a criação de empregos locais e melhoria na renda, contribuindo assim para resgatar a dívida social existente em um país com uma realidade marcada por tantas contradições.

O estudo de caso de Galinhos, como já anteriormente destacado, espelha situações vivenciadas pelas comunidades assentadas no entorno dos parques eólicos instalados no Rio Grande do Norte, possibilitando assim descortinar um conjunto de requisitos que precisam ser incorporados ao processo de licenciamento ambiental, bem como às etapas de construção, implementação e descontinuidade dos projetos eólicos, de forma a dar relevância às legítimas demandas manifestadas pelas comunidades.

Cabe também dar relevo às intervenções que ocorrem no bioma Caatinga, bioma este em que está concentrada a maior parcela dos parques eólicos no Nordeste, em maior monta no Rio Grande do Norte. Conforme foi discutido no Capítulo 4 desta tese, sua singularidade estrutural, caracterizada por baixa disponibilidade de água, grande extensão de terra e uma considerável densidade populacional, contribui para tornar mais complexa a sustentabilidade humana e do bioma. Se a essas condições se agregam projetos de grande envergadura econômica, como os polos de fruticultura irrigada ali instalados, que, a despeito de seus resultados econômicos são drenadores de recursos naturais reconhecidamente escassos na região, é forçoso reconhecer que estes diminuem a disponibilidade de água e contribuem para seu processo de desertificação.

O potencial de geração de energia eólica e solar no semiárido e seu consequente aproveitamento energético são elemento adicional a reforçar o imaginário de possibilidades a serem desenvolvidas na região. Porém, tal abundância precisa dialogar com as fragilidades ambientais presentes no bioma Caatinga, e com a histórica vulnerabilidade socioeconômica vivenciada pela grande maioria da população que o habita (PEREIRA *et al.*, 2020).

CONCLUSÃO

Em um mundo onde a oferta primária de energia cresceu 60% entre 1990 e 2020, período em que se evidenciou a vulnerabilidade do planeta à denominada mudança global do clima, o esforço para inserir novas fontes renováveis de energia na matriz mundial, em adição às fontes convencionais com ênfase naquelas de origem fóssil, está em processo, mas mostra-se insuficiente até o momento. Isto porque, apesar do avanço empreendido na utilização dessas fontes, destaca-se a resiliência da participação dos combustíveis fósseis, que respondem por 81% desta oferta de energia.

Identifica-se nesta tese vários matizes presentes na discussão sobre os impactos causados pelo avanço do mercado de energia sobre o meio ambiente, fundamentalmente sobre o uso de seus recursos, bem como sobre aqueles concernentes às estratégias de sua legitimação. Nestas, o conceito de desenvolvimento sustentável, em um primeiro momento, parece unificar interesses distintos: sociedade civil, Estados nacionais e setor produtivo. Nesta arena, o limite da convivência semântica do termo "desenvolvimento sustentável" catalisa a complexa e desejada coexistência da perspectiva de desenvolvimento econômico com a noção de sustentabilidade, sustentada pelo respeito ao ambiente natural. Ou, como pontuado por FURTADO (1974), da impossibilidade da extensão do desenvolvimento capitalista para todos.

Nesse contexto, a constituição de um progressivo e influente movimento ambiental de caráter global, que ganhou impulso a partir da crise de 1973, e conseguiu sensibilizar amplamente a sociedade, pôs em debate a degradação ambiental decorrente do modelo de exploração econômica vigente. A inclusão do aparato institucional dos Estados e Organismos Internacionais envolvidos nas discussões dos problemas ambientais, respaldados por suporte acadêmico multidisciplinar, levou à estruturação de um conjunto de proposições apontando para compromissos a serem assumidos pelos Estados nacionais, processo esse que tem a UNFCCC como maestrina dessas negociações.

É nesse ambiente que as fontes renováveis de energia passam a ter a primazia de serem identificadas como a alternativa viável à superação da crise ambiental e climática. Da cesta de alternativas tecnológicas disponíveis para tal intento, a energia eólica despontou como opção concreta de utilização, justificada pelos atributos de fazer uso de recurso abundante, concebido na literatura como infinito; apresentar um amadurecimento tecnológico; e apresentar-se como alternativa de mitigação das emissões de GEE. Assim,

a energia eólica, com 732,4 GW instalados no mundo até 2020 já é uma realidade na economia, compondo a paisagem mundo afora.

Não obstante os benefícios de ordem socioeconômica e ambiental advindos da utilização da energia eólica, a necessária ocupação de terras para a instalação dos parques, com implicações socioambientais e culturais não desprezíveis, demanda também a constituição de um processo de legitimação social dessa tecnologia, de modo a justificar sua expansão. Anúncios de benefícios palpáveis como a geração de empregos, pagamentos de aluguéis pelo arrendamento das terras dos parques eólicos, e a possibilidade de coexistência com outras formas de exploração econômica no mesmo espaço, são sempre propagados com esse objetivo.

Observou-se que o sucesso creditado à energia eólica demandou dos seus agentes esforços que proporcionassem a constituição de uma indústria de caráter global, com forte presença regional, objetivando o desenvolvimento, produção e distribuição dos equipamentos dessa nascente indústria, além de constituir mecanismos de incentivos nos mercados regionais e nacionais de eletricidade.

No Brasil, a experiência de inserção da energia eólica na matriz elétrica teve seu nascedouro por meio do PROINFA. Este trouxe, no plano da política energética, o desafio de promover uma fonte de energia renovável que demanda regras de contratação e ações de política industrial. A adoção do FIT na forma de contratação da energia e da política de conteúdo local para a estrutura industrial, postas em ação à época do PROINFA, vieram a partir de aperfeiçoamentos regulatórios, e ganharam maior atratividade quando da adoção dos leilões de incentivo às fontes renováveis. Estes, a partir de 2009, conseguiram destravar a expansão da indústria eólica no país, em que a ação do Estado foi primordial para atrair fabricantes internacionais, estabelecer regras estáveis para o aporte dos investimentos no setor, além de disponibilizar financiamentos em condições favoráveis. O último aspecto apontado, preponderantemente conduzido pelo BNDES, foi o responsável pela fixação de indústrias no território nacional para a fabricação dos aerogeradores, por meio da exigência de conteúdo local de no mínimo 60% para a concessão de financiamento das instalações.

Ao se somar à matriz energética brasileira, a fonte eólica contribui para reforçar o perfil renovável desta, já positivamente caracterizado pela utilização de hidrelétricas e biocombustíveis. Os valores de fator de capacidade alcançados pela energia eólica no Brasil, em torno de 42%, tornam a exploração eólica no país atraente quando comparada ao valor global de 27%. Esses aspectos ajudam o país a exibir seu sistema produtor de

energia como alinhado às atuais tendências de produção energética e detentor de condições de eficiência de conversão.

Entretanto, a configuração final alcançada pela disposição geográfica da estrutura produtiva da indústria eólica mostrou uma discrepância espacial entre a localização das unidades produtoras dos equipamentos e a localização da maioria dos parques no país. De 143 unidades produtivas mapeadas no país em 2014, apenas 13, ou seja 9,1% delas, se localizavam na região Nordeste. Uma vez que essa região abriga 87,1 % dos parques eólicos do país, a não alocação da indústria eólica em seu território, ou mesmo a inexistência de política pública que oriente essa alocação, é, portanto, reflexo do diagnóstico antes identificado por BRASIL (1959), FURTADO (1999) e OLIVEIRA (1981), no qual está expresso o processo desigual do desenvolvimento industrial brasileiro, em que o Estado nacional priorizou a política pública no eixo Centro-Sul, em detrimento do Nordeste. Não por coincidência, e sim reafirmando a assertiva acima posta, o estado de São Paulo não apresenta parques eólicos em seu território, mas hospeda cerca de 60% das unidades produtivas da indústria eólica em território nacional.

No entanto, a dispersão geográfica da estrutura produtiva dificulta o transporte dos equipamentos, aumenta o custo logístico e contribui para a concentração industrial e de renda nos locais onde já existia indústria, onde os empregos são mais estáveis e pagam melhores remunerações. Dessa forma, não promove o desenvolvimento industrial de regiões atrasadas, locais onde estão localizados os parques eólicos.

O fato de 87,1% da capacidade instalada brasileira em energia eólica estar montada na região do Semiárido nordestino realça os aspectos pelos quais a indústria eólica impacta nos municípios onde aporta. Composto de 1.262 municípios – 23% dos municípios brasileiros –, o Semiárido perfaz apenas 3% do PIB nacional, enquanto o Nordeste alcança 13%. Portanto há uma desigualdade econômica do Semiárido em relação ao Brasil, e mesmo em relação ao Nordeste.

Os altos valores alcançados pelo índice de Gini fundiário para o Semiárido denotam elevada concentração de terras, aspecto que remonta ao período da colonização do Brasil, atualmente ainda não superado. Os valores transferidos aos proprietários das terras onde se localizam os parques eólicos sugerem a realização de estudos posteriores, com vistas a verificar o impacto desses repasses e o surgimento de uma possível nova conformação econômica e social no campo a partir desses repasses.

Os empreendimentos eólicos ocupam largas faixas de terras. Apesar da alegada convivência com outras atividades econômicas, o que se tem no semiárido é uma

economia estagnada, baseada em agricultura de subsistência, com baixos índices de desenvolvimento humano. O arrendamento de terras para as instalações eólicas indubitavelmente contribui para uma maior regularização da posse da terra, por meio do registro de imóveis rurais e possibilidade de cobrança de tributos de propriedade rural, que poderão ser objeto futuro de regularização com vistas a um maior peso do Imposto Territorial Rural na cesta de impostos federais.

Nesta tese investigou-se o impacto da chegada da energia eólica no estado do Rio Grande do Norte, considerando para tanto três variáveis: PIB municipal e PIB real per capita; recolhimento de impostos; e geração de empregos. Para isso, fez-se uso das delimitações apresentadas pela gestão pública estadual, na qual têm-se 04 Territórios com municípios abrigando parques eólicos, a saber: Território Mato Grande; Território Seridó; Território Sertão Central Cabugi; e Território Açu-Mossoró.

Ao investigar o comportamento do PIB municipal entre 2008 e 2018, período em que se deu a instalação dos parques, verificou-se que os municípios eólicos do Território Mato Grande – que abriga 66% dos parques eólicos instalados – tiveram excepcional crescimento quando comparados ao verificado no estado do Rio Grande do Norte. Dessa forma, foi no Mato Grande onde o impacto econômico advindo da chegada da indústria eólica ocorreu de forma mais intensa. Quanto aos municípios, no Território Mato Grande, Parazinho teve crescimento do PIB de 10 vezes, Pedra Grande 06 vezes, São Bento do Norte e São Miguel do Gostoso 05 vezes. No Território Seridó, Bodó cresceu 08 vezes o seu PIB no período analisado.

Para o PIB real per capita, no período de 2008 a 2018, verificou-se que os municípios eólicos no estado cresceram esse indicador em 04 vezes. Ao se desdobrar o PIB real per capita municipal em seus componentes desagregados, observou-se que o setor industrial obteve um salto extraordinário para o período, especialmente nos municípios de Parazinho, que aumentou 200 vezes, Pedra Grande 115 vezes, São Miguel do Gostoso 113 vezes, São Bento do Norte 96 vezes, e João Câmara 20 vezes.

No setor de serviços, o PIB real per capita cresceu 3,5 vezes em Parazinho, 04 vezes em Pedra Grande, 05 vezes em São Miguel do Gostoso, 7,5 vezes em São Bento do Norte, 02 vezes em João Câmara. Já a administração pública teve crescimento de +32% em Parazinho, +9% em Pedra Grande, +23% em São Miguel do Gostoso, +57% em São Bento do Norte, +20% em João Câmara. Portanto, nesses setores, o crescimento ocorreu de forma menos intensa para o período nos municípios estudados, quando comparados ao ocorrido no setor industrial. Já o setor agropecuário em geral apresentou decréscimo, de

-42% em João Câmara, -51% em Parazinho, -47% em Ceará-Mirim, -22% em São Miguel do Gostoso. Portanto, quanto ao PIB real per capita, nos principais municípios com parques eólicos instalados, observou-se grande crescimento no setor industrial, crescimento moderado no setor de serviços e administração pública, retração no setor agropecuário.

No que se refere aos rebatimentos fiscais da chegada da energia eólica no Rio Grande do Norte, observou-se elevação significativa na arrecadação do imposto municipal ISSQN para os municípios eólicos, principalmente nos Territórios Mato Grande e Seridó. Nestes Territórios é possível perceber que, antes da chegada da indústria eólica a municípios desses Territórios, o percentual de ISSQN em relação à Receita Corrente Líquida situava-se em valores de 2% desta, elevando-se após isso a valores em torno de 6%, em linha com a média estadual. Portanto, no que se refere ao ISSQN, os empreendimentos eólicos contribuíram para elevar a receita municipal.

Quanto ao imposto estadual ICMS, pelo fato do mesmo ser objeto de isenção para aerogeradores e seus acessórios, autorizada pelo Convênio 101/97 do CONFAZ e suas seguidas renovações, nesta tese foi feito um exercício para identificar o volume de recursos objetos de renúncia fiscal por parte do governo estadual para o setor eólico, chegando a R$ 2,51 bilhões para o período analisado, ou R$ 358,56 milhões por ano. Tal cifra corresponde a cerca de 6% da receita anual do ICMS estadual.

A partir de registros existentes na RAIS, foram extraídos dados referentes aos empregos nos setores e municípios relacionados à chegada da indústria eólica no Rio Grande do Norte. Foram escolhidos dois períodos de análise, o período 2001 a 2010, e 2011 a 2019, período que coincide com a instalação dos parques eólicos no estado. Em geral, o primeiro período apresentou saldo positivo de geração de empregos no estado, e no Território Mato Grande em particular, especialmente nos maiores municípios como Ceará-Mirim, João Câmara e Touros. Esse saldo positivo deve-se ao momento econômico vivido, no qual a geração de empregos foi um dos reflexos do bom momento econômico por que passava o país.

Já o período de 2011 a 2019, que coincide com a instalação dos parques eólicos, apontou em geral no país para uma deterioração das condições de geração de postos de trabalho. Com a chegada dos investimentos da indústria eólica, os municípios do Território Mato Grande se destacaram na geração de empregos, especialmente na indústria de transformação e construção civil, tendo destaque os municípios de João Câmara, Pedra Grande e São Bento do Norte. A construção civil teve a elevação do

número de empregos nos municípios eólicos na forma de ondas de curta geração. Isto fica patente no saldo de geração de empregos ao final do período no setor. Já os setores de comércio e serviços nos municípios eólicos, especialmente os de economia maiores e mais complexas, como João Câmara e Ceará-Mirim, mantiveram saldos positivos de geração de empregos no período. Nos municípios menores no Território Mato Grande observou-se forte presença do emprego na administração pública em relação às ocupações no setor privado.

Assim, as regiões onde são instalados os parques concentram empregos temporários, que requerem baixa qualificação, e de baixa remuneração, não fixando a população de forma consistente no sistema de emprego ligado à dinâmica da indústria eólica. Os empregos perenes existentes na região dos parques são de baixa exigência de qualificação e baixa remuneração, ligados à manutenção de vias, vigilância e limpeza.

As atividades que exigem maior qualificação recrutam profissionais de outras regiões, e com o crescente nível de automatização das atividades de O&M, aumenta a tendência de não fixação de profissionais na região dos parques. Há, portanto, a perspectiva de se criar um deserto de pessoas na região dos parques, tanto pela possível deslocalização das populações locais, quanto pelo processo de automatização dos parques, tendências crescentes.

Quanto às repercussões ambientais da indústria eólica, fez-se um estudo sobre o processo de implementação da energia eólica em Galinhos. O município é representativo em termos ambientais das condições de implementação dos parques, por se situar em região dunar costeira, tendo sido lá vivenciado um processo de mobilização social, o qual colocava em pauta suas apreensões de ordem econômica, social e ambiental frente à chegada dos parques eólicos Rei dos Ventos I e III em sua jurisdição.

Neste estudo mostra-se que o nível de organização das comunidades, determinado inclusive por seus revezes históricos, aliado a outra articulação social já ocorrida em comunidades do Ceará, ao questionar a forma de ocupação do espaço pelos empreendedores da energia eólica, foi elemento preponderante no processo de redução de danos verificado.

A experiência vivida em Galinhos trouxe importantes ensinamentos, no bojo não só da mobilização da comunidade local, mas também do diálogo para contribuições da academia ao debate, da provocação ao sistema judiciário, do questionamento da lisura do processo de licenciamento ambiental, do comportamento dos investidores do setor de energia. Expôs a necessidade de aperfeiçoamento dos órgãos de fiscalização ambiental

do Estado, para que não sejam meros apêndices na sua estrutura organizacional, mas agentes efetivos a serviço da sociedade como um todo, cuidando para que o patrimônio cultural, ambiental e econômico-social não seja vilipendiado pelos interesses de grandes grupos econômicos, que veem a natureza e as comunidades pobres como fatores de produção livres de custos.

A tese mostra que o discurso relacionado à fonte eólica como de baixo impacto no meio ambiente precisa ser reelaborado, devido às já acumuladas evidências de impactos socioambientais em biotas e populações humanas, requerendo ajustes no processo de licenciamento ambiental vigente no país. As facilidades e um certo compromisso dos entes estatais em tornar mais ágil a concessão das licenças ambientais aos empreendimentos eólicos, interessam aos capitais donos dos investimentos que, na busca por maior e mais rápida valorização, encaram os entraves socioambientais e institucionais como simples obstáculos a simplesmente serem transpostos, sem levarem em conta a existências de frágeis ecossistemas e agrupamentos humanos cuja sustentabilidade torna-se ameaçada por seus empreendimentos. A própria característica da energia eólica de se organizar em torno de grandes e cada vez maiores parques, com aerogeradores e torres cada vez maiores e mais altos, requerendo para tanto arregimentar grandes blocos de capital para se viabilizar economicamente, contribuindo para uma concepção centralizada de planejamento energético, reforça a necessidade de se discutir no seio da sociedade a pertinência dessas estruturas, no sentido de que o acesso à energia seja realmente encarado como um direito de todos.

Registrou-se que no processo licitatório reside uma assimetria de tratamento entre investidores e comunidades por parte dos agentes do Estado. Para os investidores é constituído um aparato institucional fortemente dependente do Estado, no sentido de garantir o retorno seguro para os vultuosos investimentos. Já para as comunidades, municípios e mesmo estados federados, exige-se a adaptação, o acolhimento, e fundamentalmente arcarem com os custos, presentes e futuros, das ações decorrentes da implantação desses investimentos.

Alguns estudos adicionais foram iniciados durante o período de realização desta tese, no sentido de se ter um quadro socioeconômico mais amplo, com um maior conjunto de variáveis de análise. No entanto, por estarem ligados à conjuntura por que passa o país, ou ainda por fragilidades estruturais na disponibilidade de alguns dados, tais análises não puderam ter continuidade, por ora. Um dos casos é o relacionado ao levantamento do IDH-M para o período presente. Cabe ao PNUD, a partir de dados fornecidos pelo Censo

Demográfico elaborado pelo IBGE, a sistematização e publicação dos dados do IDH-M. Porém, como o Censo, que deveria ter sido realizado até o ano de 2020 não foi feito, a pesquisa da evolução do IDH-M para o período recente não pôde ser realizada. Tal avaliação seria importante, pois indicaria em que grau as condições de bem-estar das populações dos municípios que receberam parques eólicos teriam sido afetadas.

Um outro conjunto de informações que carece de aperfeiçoamento é o que relata as condições de saúde e de vulnerabilidade social das populações. As descontinuidades nos dados existentes para os municípios em questão dificultam uma avaliação consistente de condições de vida. Estatísticas referentes a situações de saúde, aspectos relacionados à violência, registros de populações vulneráveis à pobreza, dentre outros aspectos, apesar de existentes, revelam várias situações de descontinuidade de informações, tornando a análise desses aspectos dificultada. Neste sentido aponta-se aqui a necessidade de se estruturar instrumentos ou organizações – em que a implementação de um Observatório da Energia poderia contribuir neste sentido – para a coleta e sistematização de informações, a fim de que se tenham divulgações de forma consistente e perene, contribuindo para estudos na área.

Há que se fortalecer as instituições de ensino e de pesquisa na região como Universidades, Institutos Federais e outros centros de pesquisas e de formação profissional, a fim de aumentar o conhecimento sobre as tecnologias de conversão de energia, processos produtivos e tecnologias sociais, que permitam o fortalecimento de uma economia que encontra soluções e se desenvolve a partir das próprias condições que lhe são postas. O Semiárido nordestino, pelas características do seu bioma e da população que o habita, requer a busca dessas soluções, tendo em vista sua singularidade ambiental e o contexto histórico que o conforma, na busca por melhores condições de vida e redução de desigualdades sociais, com vistas aos crescentes desafios, dentre outros os colocados pela transição energética em curso e a mudança global no clima.

No que concerne aos incentivos fiscais e isenções tributárias, a tese reforça a necessidade de um redirecionamento para esses, não que esses instrumentos devam ser abolidos, mas precisam ser aperfeiçoados. A própria política de exigência de conteúdo local mínimo na concessão de empréstimos pelo BNDES é exemplo de bem-sucedida iniciativa, mesmo com suas limitações e necessidade de ajustes, pois internalizou a produção de equipamentos eólicos no país, com evidentes reflexos positivos para a economia. Apesar de exitosa, a política de financiamento com conteúdo local mínimo

deve ser recalibrada, no sentido de não mais refletir a assimetria constatada entre a infraestrutura da cadeia produtiva e os sítios de alocação de seus produtos.

A estrutura de isenção do ICMS praticado nos entes subnacionais precisa também ser mais bem equacionada. Nesses termos, a investigação identifica que o volume que o governo estadual do Rio Grande do Norte abstém-se de recolher é valor importante, que fragiliza sua capacidade de investimento. Assim, faz-se necessário estabelecer metas graduais de reduções desses incentivos, de forma que o estado possa passar a ser compensado e efetivamente ampliar os benefícios da atuação dessa indústria em seu território.

Como desdobramento da tese aqui apresentada, sugere-se o aprofundamento dos seguintes tópicos em investigações futuras:

i) como a chegada dos parques eólicos se vincula ao processo migratório no campo, bem como de que forma ele pressiona as municipalidades;

ii) de que forma os parques eólicos ampliam ou distensionam a concentração fundiária e o poder político local no Semiárido nordestino;

iii) aprofundar os estudos sobre os impactos da energia eólica no que concerne à saúde da população assentada na área de influência dos parques, a exemplo das reações a ruído, efeito estroboscópico, riscos de acidentes, no sentido de adaptar o sistema de saúde para lidar com tais patologias e interferir junto aos investidores e agentes públicos para reorientar características técnicas dos aerogeradores que contribuam para mitigar esses problemas;

iv) investigar os impactos da indústria eólica na avifauna e quirópteros locais, uma vez que a expansão dos parques eólicos no território amplia as preocupações quanto a alterações nas rotas das aves, muitas delas migratórias, e outras populações sensíveis à presença das torres eólicas.

REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Mapeamento da cadeia produtiva da indústria eólica no Brasil**. Brasília: ABDI, 2014.

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Atualização do mapeamento da cadeia produtiva da indústria eólica no Brasil**. Brasília: ABDI, 2018.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2012**. São Paulo: ABEEOLICA, 2013.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2013**. São Paulo: ABEEOLICA, 2014.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2014**. São Paulo: ABEEOLICA, 2015.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2015**. São Paulo: ABEEOLICA, 2016.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2016**. São Paulo: ABEEOLICA, 2017.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**. São Paulo: ABEEOLICA, 2018.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2018**. São Paulo: ABEEOLICA, 2019.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2019**. São Paulo: ABEEOLICA, 2020.

ABEEOLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica 2020**. São Paulo: ABEEOLICA, 2021.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **InfoVento 14**. São Paulo: ABEEOLICA, 2019.

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **InfoVento 21**. São Paulo: ABEEOLICA, 2021.

ABOLHOSSEINI, S.; HESHMATI, A. “The main support mechanisms to finance renewable energy development”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 876–885, 2014.

ACKERMANN, T.; SÖDER, L. “An overview of wind energy-status 2002”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 6, n. 1–2, p. 67–127, 2002.

ALBUQUERQUE, A. G. B. M. *et al*. “Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain”, **Environmental Reviews**, v. 22, n. 2, p. 99–109, jun. 2014.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **BIG - Banco de Informações de Geração**. 2019a. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm. Acesso em: 2 fev. 2019.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Leilão 003/2009**. 2019b. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_geracao/documentos_editais.cfm?IdProgramaEdital=77. Acesso em: 2 fev. 2019.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resultados de leilões**. 2020a. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/resultados-de-leiloes. Acesso em: 1 jan. 2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **SIGA**. 2020b. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Acesso em: 10 out. 2020.

AQUILA, G. *et al*. “An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, n. October 2015, p. 1090–1098, 2017.

ARAÚJO, D. S. **Dinâmica econômica, urbanização e metropolização no Rio Grande do Norte (1940-2006)**. Campinas: UNICAMP, 2009.

ARAÚJO, B. P. de; WILLCOX, L. D., “Reflexões críticas sobre a experiência brasileira de política industrial no setor eólico”. In: **BNDES Setorial 47**. Rio de Janeiro: BNDES, 2018. p. 163–220.

ARAÚJO, L. A. DE; LIMA, J. P. R. “Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do semiárido nordestino”, **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 33, n. 0, p. 45–77, 2009.

ARAÚJO, R. Resistência à eólica causa surpresa. **Tribuna do Norte**, Natal, 10 jan, 2012a. Disponível em: http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/resistencia-a-eolica-causa-surpresa/208532. Acesso em: 2 fev. 2019.

ARAÚJO, R. “Estão criando problemas onde não existe”, diz Flávio Azevedo. **Tribuna do Norte**, Natal, 15 jan, 2012b. Disponível em: http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/estao-criando-problemas-onde-nao-existe-diz-flavio-azevedo/209082. Acesso em: 2 fev. 2019.

ARAÚJO, R. Moradores reagem a usinas eólicas. **Tribuna do Norte**, Natal, 08 jan, 2012c. Disponível em: http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/moradores-reagem-a-usinas-eolicas/208373. Acesso em: 2 fev. 2019.

ARAÚJO, R. MP quer que Idema não dê licença. **Tribuna do Norte**, Natal, 07 mar, 2012d. Disponível em: http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/mp-quer-que-idema-nao-de-licenca/214097. Acesso em: 2 fev. 2019.

ASSUNÇÃO, J.; SZERMAN, D.; COSTA, F. **Efeitos locais de hidrelétricas no Brasil**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2016.

AZEVEDO JÚNIOR, S. M. LARRAZÁBAL, M. E.; PENA, O., "Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio Grande do Norte, Brasil". In: BRANCO, J. O. (Org.), **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**, Itajaí: Editora da UNIVALI, p. 255–266, 2004.

BARROS, R. P. DE; FOGUEL, M. N.; ULYSSEA, G. **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente - Vol. 1**. Brasília: IPEA, 2006.

BAUMAN, Z., **Comunidade: a busca por segurança no mundo atual**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

BELL, D. *et al*. "Re-visiting the 'social gap': public opinion and relations of power in the local politics of wind energy". **Environmental Politics**, v. 22, n. 1, p. 115–135, 2013.

BELL, D.; GRAY, T.; HAGGETT, C. "The 'Social Gap' in Wind Farm Siting Decisions: Explanations and Policy Responses", **Environmental Politics**, v. 14, n. 4, p. 460–477, ago. 2005.

BLACK, G. *et al*. "Fiscal and economic impacts of state incentives for wind energy development in the Western United States", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 34, p. 136–144, 2014.

BLANCO, M. I. "The economics of wind energy". **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 6–7, p. 1372–1382, 2009.

BLANCO, M. I.; RODRIGUES, G. "Direct employment in the wind energy sector: An EU study", **Energy Policy**, v. 37, n. 8, p. 2847–2857, 2009.

BRANDÃO, J. de S., **Mitologia grega - v. 1**. Petrópolis: Vozes, 1986.

BRANNSTROM, C. *et al*. "Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 62–71, jan. 2017.

BRANNSTROM, C. *et al*. "Perspectivas geográficas nas transformações do litoral brasileiro pela energia eólica", **Revista Brasileira de Geografia**, v. 63, n. 1, p. 3–28, 30 ago. 2018.

BRASIL. GTDN. **Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1959.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **CONFAZ - Convênio ICMS 101/97**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. **Ação Civil Pública n. 000346-63.2012.4.05.8403, de 08/10/2012**. Disponível em: http://consulta.jfrn.jus.br/consultatebas/resconsproc.asp. Acesso em: 2 fev. 2019, 2012.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Perfil Territorial Açu-Mossoró - RN**. Brasília, DF. 2015a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Perfil Territorial Mato Grande - RN**. Brasília, DF, 2015b.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Perfil Territorial Seridó - RN**. Brasília, DF, 2015c.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Perfil Territorial Sertão Central Cabugi e Litoral Norte - RN**. Brasília, DF, 2015d.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Demonstrativo físico/financeiro do Bolsa Família**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Tesouro Nacional. **SICONFI - Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro**. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf;jsessionid=mJHipLoGCbsmkw0zYDm5KT-a.node2. Acesso em: 2 fev. 2021a.

BRASIL. Tesouro Nacional. **FINBRA - Finanças do Brasil**. Disponível em: https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/finbra-dados-contabeis-dos-municipios-1989-a-2012/2012/26. Acesso em: 2 fev. 2021b.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **PDET - Programa de Disseminação de Estatísticas do Trabalho**. Disponível em: http://pdet.mte.gov.br/acesso-online-as-bases-de-dados. Acesso em: 4 abr. 2021c.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Referências para o desenvolvimento territorial sustentável: Textos para Discussão**. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **PTDRS - Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável**. Brasília, DF, 2015.

BUTLER, L.; NEUHOFF, K. “Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development”, **Renewable Energy**, v. 33, p. 1854–1867, 2008.

CALDWELL, L. K., **International Environmental Policy: From the Twentieth to the Twenty-First Century**. 3. ed. Durham/London: Duke University Press, 1996.

CANO, W., **Raízes da concentração industrial em São Paulo**. 5. ed. Campinas: Unicamp, 2007.

CARVALHO, C. P. de O. “O novo padrão de crescimento no Nordeste semiárido”, **Revista Contexto Geográfico**, v. 1, n. 2, p. 1–20, 2016.

CARVALHO, P. J. B. de., 2009, **Monitoramento de Calidris pusilla (Linnaeus, 1758) (Aves: Scolopacidae) na Salina Diamante Branco, Galinhos, RN**. Dissertação, UFPE, Recife, PE, Brasil.

CECHIN, A., **A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen**. São Paulo: Senac São Paulo/Edusp, 2010.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. da. "O fundamento central da economia ecológica". In: MAY, P. H. (Ed.), **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 379, 2010.

CHANG, H.-J., **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: UNESP, 2004.

CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BARELLA, W. "Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (Enseada do Mar Virado e Barra do Una) no litoral de São Paulo, Brasil, **Multiciência**, v. 4, n. 4, p. 1–22, 2005.

COLVIN, R. M.; WITT, G. B.; LACEY, J. "How wind became a four-letter word: Lessons for community engagement from a wind energy conflict in King Island, Australia", **Energy Policy**, v. 98, p. 483–494, nov. 2016.

CONSTANTINO, G. *et al*. "Adoption of photovoltaic systems along a sure path: A life-cycle assessment (LCA) study applied to the analysis of GHG emission impacts", **Energies**, v. 11, n. 10, 2018.

COSERN. Companhia Energética do Rio Grande do Norte. **Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte**. Natal, RN, 2003.

COSTA, R. F. da., 2015, **Ventos que transformam? Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil**. Dissertação, UFRN, Natal, RN, Brasil.

COSTA NETO, L. X. da., 2009, **Caracterização geológica, geomorfológica e oceanográfica do Sistema Pisa Sal, Galinhos/RN-Nordeste do Brasil, com ênfase à erosão, ao transporte e à ….** Tese de Doutorado, UFRN, Natal, RN, Brasil.

D'AGUIAR, R. F., **Essencial Celso Furtado**. São Paulo: Penguin Classics Companhia das Letras, 2013.

DAI, J.; YANG, X.; WEN, L. "Development of wind power industry in China: A comprehensive assessment", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 97, n. August, p. 156–164, 2018.

DANTAS, E. J. de. A.; ROSA, L. P.; SILVA, N. F. da.; PEREIRA, M. G. "Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms". **Sustainability**, v. 11, n. 14:3802, p. 1-24, 2019.

DEL RÍO, P.; TARANCÓN, M. ÁNGEL. "Analysing the determinants of on-shore wind capacity additions in the EU: An econometric study", **Applied Energy**, v. 95, p. 12–21, 2012.

DESCARTES, R., **Discurso do Método**. São Paulo: Martin Claret, 2000.

DEVINE-WRIGHT, P. “Rethinking NIMBYism: The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action”, **Journal of Community & Applied Social Psychology**, v. 19, n. 6, p. 426–441, nov. 2009.

DNPM. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Sumário Mineral 2016**. Brasília, DF, 2016.

DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H. W. “Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds”, **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1134, n. 1, p. 233–266, jun. 2008.

DUCSIK, D. W. “Citizen Participation in Power Plant Siting Aladdin’s Lamp or Pandora’s Box?”, **Journal of the American Planning Association**, v. 47, n. 2, p. 154–166, 1 abr. 1981.

DUPAS, G., **O mito do progresso**. São Paulo: UNESP, 2006.

DUTRA, R. M., 2001, **Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro**. Dissertação, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2019 - Ano-base 2018**. Rio de Janeiro, RJ, 2019.

FARIAS, D. S. D. de., 2014, **Tartarugas marinhas da Bacia Potiguar/RN: diagnóstico, biologia alimentar e ameaças**. Dissertação, UFRN, Natal, RN, Brasil.

FARIAS, T. M., 2017, **Afetividade e resistência: vínculo, transformações socioambientais e oposição Capital-Lugar na cidade de Galinhos-RN**. Tese de Doutorado, UFRN, Natal, RN, Brasil.

FAST, S. *et al*. “Lessons learned from Ontario wind energy disputes”, **Nature Energy**, v. 1, n. 2, p. 15028, 25 jan. 2016.

FBOMS. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Mudanças Climáticas e o Brasil: Contribuições e diretrizes para incorporar questões de mudanças de clima em políticas públicas**. Brasília, DF, 2007.

FILGUEIRAS, L., **História do Plano Real**. 3. ed. São Paulo: Boitempo, 2000.

FRANÇA, C. G. de; DEL GROSSI, M. E.; AZEVEDO, M. V. P. M. de., **Censo Agropecuário Familiar 2006**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2009.

FRANCISCO, P. Moradores debatem sobre instalação de parques eólicos em dunas do Rio Grande do Norte. **Portal Uol**, 08 set, 2012. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/09/08/moradores-debatem-sobre-instalacao-de-aerogeradores-em-dunas-no-rio-grande-do-norte.htm#fotoNav=7. Acesso em: 2 fev. 2019.

FRERIS, L.; INFIELD, D., **Renewable energy in power systems**. Chichester: Wiley, 2008.

FURTADO, C., **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FURTADO, C., **Não à recessão e ao desemprego**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FURTADO, C., **Formação Econômica do Brasil**. 27. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1999.

GALVÃO, M. L. de M. *et al*. "Connections between wind energy, poverty and social sustainability in Brazil's semiarid", **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1–25, 2020.

GIDDENS, A., **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GIL, A. C., **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIPE, P., **Wind energy comes of age**. New York: Wiley, 1995.

GOLDEMBERG, J. "Energia e desenvolvimento", **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 5–15, 1998.

GOLDEMBERG, J., **Energy - What everyone needs to know**. New York: Oxford, 2012.

GOMES, G.; CRUZ, C. A. S. da., **Vinte e Cinco Anos de Economia Brasileira**. Brasília: Centro de Altos Estudos Basil Século XXI, 2020.

GORAYEB, A. *et al*. "Wind-energy Development Causes Social Impacts in Coastal Ceará state, Brazil: The Case of the Xavier Community", **Journal of Coastal Research**, v. 75, n. sp1, p. 383–387, 3 mar. 2016.

GORAYEB, A. *et al*. 'Wind power gone bad: Critiquing wind power planning processes in northeastern Brazil", **Energy Research & Social Science**, v. 40, n. August 2017, p. 82–88, jun. 2018.

GREENPEACE BRASIL., **[R]evolução energética**. São Paulo: Greenpeace Brasil, 2016.

GUJARATI, D., **Econometria Básica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind 2009 Report**. Bruxelas: GWEC, 2010.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report - Annual Market Update 2012**. Bruxelas: GWEC, 2013.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report - Annual Market Update 2013**. Bruxelas: GWEC, 2014.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report - Annual Market Update 2016**. Bruxelas: GWEC, 2017.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report - Annual Market Update 2017**. Bruxelas: GWEC, 2018.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2019**. Bruxelas: GWEC, 2020.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. "Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais", **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, p. 13–20, 29 nov. 2009.

HARBORNE, P.; HENDRY, C. "Pathways to commercial wind power in the US, Europe and Japan: The role of demonstration projects and field trials in the innovation process", **Energy Policy**, v. 37, n. 9, p. 3580–3595, 2009.

HARJANNE, A.; KORHONEN, J. M. "Abandoning the concept of renewable energy", **Energy Policy**, v. 127, n. December 2018, p. 330–340, 2019.

HÉMERY, D.; DEBEIR, J.-C.; DELÉAGE, J.-P., **Uma história da Energia**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993.

HIRSCHMAN, A. O., "Desenvolvimento por efeitos em cadeia: uma abordagem generalizada". In: SORJ, B.; CARDOSO, F. H.; FONT, M. (Eds.), **Economia e movimentos sociais na América Latina**, Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisa Social, p. 21–64, 2008.

HOFFMANN, R.; BOTASSIO, D. C.; JESUS, J. G. de., **Distribuição de renda: medidas de desigualdade, pobreza, concentração, segregação e polarização**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2019.

HOFFMANN, R.; NEY, M. G., **Estrutura fundiária e propriedade agrícola no Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2010.

HUESCA-PÉREZ, M. E.; SHEINBAUM-PARDO, C.; KÖPPEL, J. "Social implications of siting wind energy in a disadvantaged region – The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 952–965, maio 2016.

HUR, T. *et al*. "Simplified LCA and matrix methods in identifying the environmental aspects of a product system", **Journal of Environmental Management**, v. 75, n. 3, p. 229–237, 2005.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico N. 008/2012 - DITEC/SUPES/IBAMA/RN**. Natal, RN, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em dezembro, taxa de desocupação fica em 4,3% e fecha 2014 com média de 4,8%. **Portal IBGE**, 2021a. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15432-em-dezembro-taxa-de-desocupacao-fica-em-4-3-e-fecha-2014-com-media-de-4-8. Acesso em: 6 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Nota metodológica da série do PIB dos Municípios Referência 2010**. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal - PPM 2017**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017. Acesso em: 2 fev. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/galinhos/panorama. Acesso em: 2 fev. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Brasília: IBGE, 2020a. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas. Acesso em: 10 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População residente estimada - Tabela 6579**. Brasília: IBGE, 2020b. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6579. Acesso em: 12 dez. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificação - CONCLA**. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: https://cnae.ibge.gov.br/. Acesso em: 4 abr. 2021.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo, PB, 2014.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes. **Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo, PB, 2016.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília, DF, 2018.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte**. Natal, RN, 2017.

IEA. International Energy Agency. **Energy poverty: How to make modern energy access universal?** Paris: IEA, 2010.

IEA. International Energy Agency. **World Energy Outlook 2019**. Paris: IEA, 2019.

IEA. International Energy Agency. **"World Indicators", IEA World Energy Statistics and Balances (database)**. Paris: IEA, 2020. Disponível em: http://10.1787/enestats-data-en. Acesso em: 20 dez. 2020.

IFRN. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. **Observatório da Energia**. Natal: Portal IFRN, 2021. Disponível em: https://portal.ifrn.edu.br/campus/natalcentral/observatorio-da-energia. Acesso em: 4 abr. 2021.

IMPROTA, R. L., 2008, **Implicações socioambientais da construção de um parque eólico no município de Rio do Fogo-RN**. Dissertação, UFRN, Natal, RN, Brasil.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments**. Genebra: IPCC, 1992.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Second Assessment: Climate Change 1995**. Genebra: IPCC, 1995.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2001: synthesis report**. Genebra: IPCC, 2002.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Genebra: IPCC, 2008.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, "Summary for Policymakers". In: EDENHOFER, O. *et al*. (Eds.). **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. New York: Cambridge University Press, p. 25, 2011.

IRENA. The International Renewable Energy Agency. **The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025**. Abu Dhabi: IRENA, 2016.

IRENA. The International Renewable Energy Agency. **Data & Statistics - Capacity and Generation**. Abu Dhabi: IRENA, 2020a.

IRENA. International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020 (IRENA, Ed.)**. Abu Dhabi: IRENA, 2020b.

IRENA. International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy Statistics 2021**. Abu Dhabi: IRENA, 2021.

JAMI, A. A.; WALSH, P. R. "Wind power deployment: The role of public participation in the decision-making process in Ontario, Canada", **Sustainability**, v. 8, n. 8, 2016.

JUÁREZ-HERNÁNDEZ, S.; LEÓN, G. "Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social", **Problemas del Desarrollo**, v. 45, n. 178, p. 139–162, jul. 2014.

KALDELLIS, J. K.; ZAFIRAKIS, D. "The wind energy (r)evolution: A short review of a long history", **Renewable Energy**, v. 36, n. 7, p. 1887–1901, jul. 2011.

KAMMEN, D. M.; PACCA, S. "Assessing the costs of electricity", **Annual Review of Environmental Resources**, v. 29, p. 301–344, 2004.

KASTING, J. F. "Archaean atmosphere and climate", **Nature**, v. 432, n. 7016, p. 1–1, 25 nov. 2004.

KEMPTON, W. *et al*. "The Offshore Wind Power Debate: Views from Cape Cod.", **Coastal Management**, v. 33, n. 2, p. 119–149, 16 mar. 2005.

KROHN, S.; DAMBORG, S. "On public attitudes towards wind power", **Renewable Energy**, v. 16, n. 1–4, p. 954–960, 1999.

LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. "Panorama do setor de energia eólica", **Revista do BNDES**, n. 39, p. 183–206, 2013.

LANGSTON, R. H. W.; PULLAN, J. D. “Windfarms and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues”. **Report written by Birdlife International on behalf of the Bern Convention Council of Europe for the Bern Convention**. Berna: Bern Convention, 2003.

LARRAZÁBAL, M. E. de; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. de; PENA, O. “Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil”, **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1081–1089, dez. 2002.

LEWIS, J. I.; WISER, R. H. “Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms”, **Energy Policy**, v. 35, n. 3, p. 1844–1857, 2007.

LIMA, Z. M. de C., 2004, **Caracterização Da Dinâmica Ambiental Da Região Costeira Do Município De Galinhos, Litoral Setentrional Do Rio Grande Do Norte**. Tese de Doutorado, UFRN, Natal, RN, Brasil.

LIPP, J. “Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom”, **Energy Policy**, v. 35, n. 11, p. 5481–5495, 2007.

LORING, J. M. “Wind energy planning in England, Wales and Denmark: Factors influencing project success”, **Energy Policy**, v. 35, n. 4, p. 2648–2660, 2007.

MAHDILOO, M.; NOORIZADEH, A.; FARZIPOOR SAEN, R. “Benchmarking suppliers’ performance when some factors play the role of both inputs and outputs”, **Benchmarking: An International Journal**, v. 21, n. 5, p. 792–813, 29 jul. 2014.

MANWELL, J. F.; MCGOWAN, J. G.; ROGERS, A., **Wind energy explained: Theory, design, and application**. 2. ed. Chichester: Wiley, 2009.

MARCOVALDI, M. A. A. G. D.; SANTOS, A. S.; SALES, G. Plano de ação nacional para conservação das tartarugas marinhas. Série Espécies Ameaçadas nº 25. Brasília: ICMBio, 2011.

MARTÍNEZ ALIER, J., **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. 2. ed., São Paulo: Contexto, 2017.

MARTÍNEZ, M. L. *et al*. “Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico”, **Environmental Conservation**, v. 33, n. 02, p. 109–117, 26 jun. 2006.

MARTINI, R. A. *et al*. **Uma solução automatizada para avaliações de impacto em estudos de caso: o Modelo Automatizado em R para Verificação de Impacto (MARVIm) - Módulo de Controle Sintético**. Rio de Janeiro: BNDES, p. 62, 2018.

MCCAULEY, D. A. *et al*. “Advancing Energy Justice: The Triumvirate of Tenets”, **International Energy Law Review**, v. 32, n. 3, p. 107–110, 2013.

MCCORMICK, J., **Rumo ao paraíso: A história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

MEADOWS, D. H. *et al*., **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.

MEDEIROS, C. N. de. “Análise Da Estrutura Fundiária Da Região Nordeste E Do Estado Do Ceará Durante O Período 1970-2006”. In: **VI Encontro Economia do Ceará em Debate. Anais...**, Fortaleza, 2010.

MEIRELES, A. J. de A. “Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locacionais”, **Confins**, v. 11, n. 11, p. 26, 27 mar. 2011.

MENDES, A. Decisão ratifica sinal verde para obra de parque eólico. **Tribuna do Norte**, Natal, Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/decisao-ratifica-sinal-verde-para-obra-de-parque-eolico/231446>. Acesso em: 2 fev. 2019.

MENDONÇA, M., **Feed-in Tariffs: accelerating the development of renewable energy**. Londres: Earthscan, 2007.

MEYER, N. I. “Renewable energy policy in Denmark”, **Energy for Sustainable Development**, v. 8, n. 1, p. 25–35, 2004.

MILL, J. S. “A condição estacionária”. In: **Princípios de economia política: com algumas de suas aplicações à filosofia social - vol. II**. São Paulo: Abril Cultural, p. 325–330, 1983.

MIRANDA, C.; TIBURCIO, B., **Políticas de desenvolvimento territorial e enfrentamento da pobreza rural no Brasil**. Brasília: IICA, v. 19, 2013.

MITCHELL, C.; BAUKNECHT, D.; CONNOR, P. M. “Effectiveness through risk reduction: A comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany”, **Energy Policy**, v. 34, n. 3, p. 297–305, 2006.

MORADORES DE GALINHOS ... **Abaixo-assinado Querem acabar com as dunas móveis do município de Galinhos/RN**. 2012. Disponível em: https://peticaopublica.com.br/pview.aspx?pi=P2011N17929. Acesso em: 2 fev. 2019.

NERI, M., **A nova classe média: o lado brilhante da base da pirâmide**. São Paulo: Saraiva, 2011.

NICOLINI, M.; TAVONI, M. “Are renewable energy subsidies effective? Evidence from Europe”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 74, n. July 2016, p. 412–423, 2017.

NISBET, R., **History of the idea of progress**. New York: Basic Books, 1980.

OLIVEIRA, C. B. M.; ARAÚJO, R. S. B. de., **Guia do Setor Eólico do Rio Grande do Norte**. Natal: IFRN, 2015.

OLIVEIRA, F. de., **Elegia para uma re(li)gião: SUDENE, Nordeste. Planejamento e conflitos de classes**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

OLIVEIRA, J. F. de *et al*. “Caracterização da pesca e percepção de pescadores artesanais em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro”, **ESFA - Natureza online**, v. 14, p. 48–54, 2016.

OLIVEIRA, L. D. de., 2011, **A geopolítica do desenvolvimento sustentável: Um estudo sobre a Conferência do Rio de Janeiro (RIO-92)**. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

OLIVEIRA, G. *et al*., **Impactos socioeconômicos e ambientais da geração de energia eólica no Brasil**. São Paulo: GO Associados, p. 84, 2020.

OLIVEIRA, H.; DINIZ, M. T. M. “Análise Dimensional Dos Impactos Ambientais Da Instalação De Uma Salina Em Galinhos – RN”, **Revista do CERES**, v. 1, n. 1, p. 1–6, 2015.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **Boletim Mensal de Geração Eólica janeiro/2020**. Brasília, DF, 2020.

PARKIN, M., **Economia**. 8. ed. São Paulo: Addison Wesley/Pearson, 2009.

PEARCE-HIGGINS, J. W. *et al*. “Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis”, **Journal of Applied Ecology**, v. 49, n. 2, p. 386–394, abr. 2012.

PERCIVAL, S. “Birds and windfarms: What are the real issues?” **British Birds**, v. 98, n. 1, p. 194–204, 2005.

PEREIRA, M. G. *et al*. “Scarcity and Abundance in the Brazilian Semiarid: The Strategies for Harnessing the Renewable Energy Potential of the Region (Re)Differentiating the Territory”. In: GOLDSTEIN, M. I.; DELLASALA, D. A. (Eds.). **Encyclopedia of the World’s Biomes**, Elsevier, p. 209–215, 2020.

PEREIRA, M. G.; SILVA, N. F. da; FREITAS, M. A. V., “Energy poverty and climate change: Elements to Debate”. In: DEBRA J. DAVIDSON; GROSS, M. (Eds.). **Oxford Handbook of Energy and Society**. New York: Oxford University PRess, p. 317–342, 2018.

PINTO, T. “The practice of coastal zone management in Portugal”, **Journal of Coastal Conservation**, v. 10, n. 1, p. 147–158, 2004.

PIZZI, J. “O desenvolvimento e suas exigências morais”, **Site UCPel**, p. 01–14, 2004.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: PNUD, 2019.

PNUD; IPEA; FJP. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: PNUD, 2013.

POMMORSKY, E. F., **Legislação e Tributos no Setor Eólico**. Rio de Janeiro: Brasil Energia, 2018.

PORTO-GONÇALVES, C. W. “Geografia política e desenvolvimento sustentável”, **Terra Livre**, n. 11–12, p. 9–75, 1992.

POWLESLAND, R. G. “Impacts of wind farms on birds: a review. Science for Conservation 298”, **Science for conservation**. Wellington: New Zeeland Department of Conservation, 2009.

PRIMAVERA, J. H. “Mangroves Fishpond Quest for Sustainability”, **Science**, v. 310, n. October, p. 57–59, 2005.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de., **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RENNKAMP, B.; WESTIN, F. F., “Feito no Brasil? Made in South Africa? Boosting technological development through local content requirements in the wind energy industry”. In: **Brazil Wind Power 2013 Conference & Exibition. Anais...,** Rio de Janeiro: ABEEÓLICA; GWEC; CanalEnergia, 2013.

RIO GRANDE DO NORTE. **Portal da Transparência do Rio Grande do Norte**. Natal: Portal RN, 2021. Disponível em: http://transparencia.rn.gov.br/. Acesso em: 5 mai. 2021.

RIST, G., **The history of development: From western origins to global faith**. 3. ed. New York: Zed Books, 2008.

ROCHA, A. C. S. da. 2008, **Saúde e saneamento no município de Galinhos-RN**. Dissertação, UFRN, Natal, RN, Brasil.

RODRIGUES NETO, J., 2007, **A expectativa do petróleo: aspectos históricos do Rio Grande do Norte**. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

ROSA, L. P., “A crise de energia elétrica: causas e medidas de mitigação”. In: BRANCO, A. M. (Ed.), **Política energética e crise de desenvolvimento: a antevisão de Catullo Branco**. São Paulo: Paz e Terra, p. 285, 2002.

RUGANI, B.; PANASIUK, D.; BENETTO, E. “An input-output based framework to evaluate human labour in life cycle assessment”, **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, n. 6, p. 795–812, 2012.

SACHS, I., **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SAHU, B. K. “Wind energy developments and policies in China: A short review”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, n. May 2017, p. 1393–1405, 2018.

SAIDUR, R. *et al*. “A review on global wind energy policy”. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 7, p. 1744–1762, 2010.

SANTOS, T. A. “Dilemas políticos para o semiárido brasileiro: um breve panorama até a crise do lulismo”, **Revista NERA**, v. 22, n. 46, p. 170–194, 2019.

SCHLACHER, T. A. *et al*. “Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts”, **Marine Ecology**, v. 29, p. 70–90, 2008.

SEN, A. K., **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SHRIMALI, G.; LYNES, M.; INDVIK, J. “Wind energy deployment in the U.S.: An empirical analysis of the role of federal and state policies”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 796–806, 2015.

SILVA, N. F. da., 2006, **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica**. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SILVA, N. F. da., *et al*. “Expansion of Wind Energy in Brazil: Perceptions of Communities”. In: **DEWEK Bremen International Technical Wind Energy Conference. Anais...**, Bremen: DEWI, 2012. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/266731539_Expansion_of_Wind_Energy_in_Brazil_Perceptions_of_Communities, Acesso em 01-10-2021.

SILVA, N. F. da., **Energias renováveis na expansão do setor elétrico brasileiro: o Caso da Energia Eólica**. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

SILVA, N. F. da; ROSA, L. P.; ARAÚJO, M. R. “The utilization of wind energy in the Brazilian electric sector’s expansion”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 9, n. 3, p. 289–309, 2005.

SILVA, M. O. da. S. E. “Pobreza, desigualdade e políticas públicas: caracterizando e problematizando a realidade brasileira”, **Revista Katálysis**, v. 13, n. 2, p. 155–163, 2010.

SIMAS, M.; PACCA, S. “Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável”, **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 97–116, 2013.

SIMAS, M. S., 2012, **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa de geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada**. Dissertação, USP, SP, Brasil.

SINGER, A., **Os sentidos do lulismo: reforma gradual e pacto conservador**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

SMIL, V., **Energy transitions: history, requirements, prospects**. 1. ed. Santa Barbara: Praeger, 2010.

SMITH, A. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

SONGSORE, E.; BUZZELLI, M. “Wind energy development in Ontario: a process/product paradox”, **Local Environment**, v. 20, n. 12, p. 1428–1451, 2 dez. 2015.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 1986.

SUDENE. Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação Semiárido**. Recife: SUDENE, 2017.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável - Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

TRALDI, M. "Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro", **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. XXII, n. 589, p. 34, 2018.

UN. United Nations. **Energy Statistics Pocketbook 2018**. New York: UN, 2019.

UNDP. United Nations Development Program. **World energy assessment: Energy and the challenge of sustainability**. New York: UNDP, 2000.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **History of the Convention**. New York: UN, 2020.

VALENTE, R. M. *et al*. **Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil**. Belém: CI-Brasil, 2011.

VEIGA, J. E. DA. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

VIDAL, F. C. B., "A problemática do semiárido nordestino, à luz de Celso Furtado: permanência da pobreza estrutural". In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (Ed.), **Pobreza e Desigualdades Sociais**. Salvador: SEI, p. 197–218, 2003.

WCED. World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Genebra: Oxford University Press, 1987.

WOLSINK, M. "Attitudes and Expectancies about Wind Turbines and Wind Farms", **Wind Engineering**, v. 13, n. 4, p. 196–206, 1989.

WOLSINK, M. "Dutch wind power policy", **Energy Policy**, v. 24, n. 12, p. 1079–1088, 1996.

WOLSINK, M. "Wind power and the NIMBY-myth: Institutional capacity and the limited significance of public support", **Renewable Energy**, v. 21, n. 1, p. 49–64, 2000.

WOLSINK, M. "Invalid theory impedes our understanding: a critique on the persistence of the language of NIMBY", **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 31, n. 1, p. 85–91, mar. 2006.

WOLSINK, M. "Planning of renewables schemes: Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation", **Energy Policy**, v. 35, n. 5, p. 2692–2704, 2007.

XIN-GANG, Z. *et al*. “The barriers and institutional arrangements of the implementation of renewable portfolio standard: A perspective of China”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 371–380, 2014.

YAZBEK, M. C. “Pobreza no Brasil contemporâneo e formas de seu enfrentamento”, **Serviço Social & Sociedade**, n. 110, p. 288–322, 2012.

YIN, R. K., **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.