



# UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

RAFAELA COSTA LIMA

A INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E O  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL:  
PERSPECTIVAS DE CONSOLIDAÇÃO NA BAHIA

**PEI**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial

**SALVADOR**  
**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA**



**ESCOLA POLITÉCNICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL – PEI**

**RAFAELA COSTA LIMA**

**A INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E O DESENVOLVIMENTO REGIONAL:  
PERSPECTIVAS DE CONSOLIDAÇÃO NA BAHIA**

**SALVADOR/BA  
2018**



**A INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E O DESENVOLVIMENTO REGIONAL:  
PERSPECTIVAS DE CONSOLIDAÇÃO NA BAHIA**

**RAFAELA COSTA LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Industrial.

Orientadores:

Prof. Dr. Cristiano Hora de Oliveira Fontes

Prof. Dr. Antônio Francisco de A. da Silva Jr.

**SALVADOR/BA**

**2018**

L732 Lima, Rafaela Costa

A indústria de aerogeradores e o desenvolvimento regional: perspectivas de consolidação na Bahia / Rafaela Costa Lima – Salvador, 2018.

157 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Hora de Oliveira Fontes

Orientador: Prof. Dr. Antônio Francisco de A. da Silva Jr.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2018.

Referências: p. 119 – 131.

1. Energia Eólica. 2. Indústria Eólica. 3. Aerogeradores. 4. Bahia. I. Fontes, Cristiano Hora de Oliveira. II. Silva Jr., Antônio Francisco de A. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

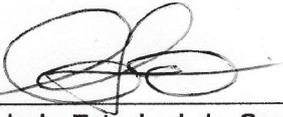
CDD

**A INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E O DESENVOLVIMENTO REGIONAL:  
PERSPECTIVAS DE CONSOLIDAÇÃO NA BAHIA**

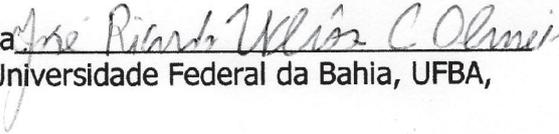
**RAFAELA COSTA LIMA**

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

Examinada por:

Prof. Dr. Cristiano Hora de Oliveira Fontes   
Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil, 2001.

Prof. Dr. Antônio Francisco de A. da Silva Jr.   
Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, Brasil, 2006.

Prof. Dr. José Ricardo Uchôa Cavalcanti Almeida   
Doutor em Ciências, Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil, 2016.

Prof. Dr. Victor Menezes Vieira   
Doutor em Geologia pela Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil, 2016.

Salvador, BA - BRASIL  
Maio/2018

# Agradecimentos

---

A Deus, pelo dom da vida e por me guiar, iluminar e me permitir seguir em frente para que eu chegasse ao final de mais uma conquista.

À minha família, por me proporcionar condições necessárias para continuar estudando e pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos.

Um agradecimento especial aos professores Antônio Francisco de Almeida da Silva Júnior e Cristiano Hora de Oliveira Fontes por aceitarem a orientação desta pesquisa, pelas sugestões, correções, incentivos e pela paciência ao longo desse processo.

Aos meus amigos, que direta e indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa, acreditaram no meu potencial e me motivaram a seguir em frente. Em especial à Maria de Fátima Barbosa Góes pela solicitude, prontidão e suporte dado nos momentos mais difíceis e a Victor Gois de Luz Santana pelo carinho, apoio, paciência e compreensão em todos os momentos ao meu lado.

Aos meus colegas de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) da Escola Politécnica e do Grupo de Pesquisa em Governança Ambiental Global e Mercado de Carbono (GAGMC), da Universidade Federal da Bahia, pelas novas amizades e por me proporcionarem um ambiente favorável de aprendizado e de desenvolvimento de novos conhecimentos.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que viabilizou financeiramente o meu período no curso de mestrado e a concretização desta dissertação.

Por fim, agradeço a todas as pessoas consultadas e entrevistadas para a realização deste estudo.

"Ninguém ensina nada a ninguém. Ninguém aprende nada de ninguém. O aprendizado faz-se na medida da necessidade e dos interesses de cada um e da sua motivação."

Paulo Freire

# Resumo

---

A Bahia é considerada atualmente o principal polo industrial eólico do Brasil, concentrando em sua área geográfica os maiores fabricantes desse setor. No entanto, apesar desse estado possuir diversas vantagens para se consolidar nesse mercado, nota-se que existem entraves que necessitam ser previamente resolvidos como, por exemplo, aqueles associados ao encadeamento produtivo, infraestrutura, recursos humanos e questões tecnológicas. Nesse cenário, este trabalho apresenta uma leitura crítica buscando identificar lacunas e propor incrementos ou relações construtivas acerca das perspectivas da indústria de aerogeradores na Bahia. O trabalho se desenvolveu por meio de um método exploratório e qualitativo, no qual foram descritos, analisados e avaliados os tópicos mais relevantes sobre o tema proposto, a exemplo do mercado e da atuação governamental. Com base nos argumentos e resultados obtidos, infere-se que a indústria eólica no Brasil está em uma fase de instabilidade devido, principalmente, aos efeitos da crise econômica. À luz disso, é possível afirmar que o atual mercado brasileiro de projetos de energia eólica é insuficiente para atender às necessidades das indústrias de aerogeradores instaladas devido à alta capacidade produtiva e à baixa demanda dos leilões. Sendo assim, conclui-se que para haver boas perspectivas para o desenvolvimento deste setor na Bahia é necessário que, além do estado aprimorar suas competências para solucionar os entraves existentes, haja crescimento econômico e demanda por energia elétrica no país, aumentando assim a participação da energia eólica na composição da matriz energética brasileira.

**Palavras-chave:** Energia Eólica, Indústria Eólica, Aerogeradores, Bahia.

# Abstract

---

The state of Bahia is currently considered the main wind power industrial pole in Brazil, concentrating the largest manufacturers in this sector. However, although this state has several advantages to consolidate in this market, there are obstacles that need to be previously suppressed, such as those associated with the productive chain, infrastructure, human resources, and technological issues. Starting from this scenario, this dissertation presents a critical reading aiming to identify gaps and propose constructive inferences about the perspectives of the wind turbine industry in Bahia. The study was developed through an exploratory and qualitative research, in which the most relevant topics for the proposed subject were described, analyzed and evaluated, such as the market and government role. Based on the arguments and results obtained, we noted that the Brazilian wind industry is in a phase of instability, mainly, due to the effects of the financial crisis. In light of this, it is consistent to state that the Brazilian market for current wind energy projects is insufficient to meet the needs of installed wind turbine industries due to their high production capacity and the low demand of the auctions. Therefore, we concluded that in order to have good prospects for the development of this sector in Bahia it is necessary that besides this state improves its competences to solve the existing obstacles, economic growth and demand for electric energy in the country also increase, increasing the share of energy in the Brazilian energy matrix.

**Keywords:** Wind Power, Wind Industry, Wind Turbines, Bahia.

# Lista de Ilustrações

---

Figura 1 – Determinantes da vantagem competitiva nacional – “Diamante de Porter”.....	11
Figura 2 – Componentes básicos de aerogeradores de eixo horizontal.....	13
Figura 3 – Cadeia de produção da indústria eólica.....	19
Figura 4 – Participação das fontes na capacidade instalada.....	23
Figura 5 – Evolução da capacidade instalada (MW).....	24
Figura 6 – Preço médio pago por MW contratado por fonte.....	24
Figura 7 – Ranking Mundial de Capacidade Instalada de Energia Eólica 2018.....	25
Figura 8 – Estrutura institucional do setor elétrico brasileiro.....	30
Figura 9 – Localização das montadoras instaladas no Brasil.....	58
Figura 10 – Localização das Fábricas de pás instaladas no Brasil.....	59
Figura 11 – Localização das Fábricas de torres instaladas no Brasil.....	61
Figura 12 – Distribuição dos fabricantes e fornecedores de equipamentos eólicos.....	62
Figura 13 – Estimativa do investimento pelas montadoras ao longo dos leilões.....	65
Figura 14 – <i>Market share</i> dos fabricantes em 2009.....	67
Figura 15 – <i>Market share</i> dos fabricantes em 2017.....	67
Figura 16 – Cenários sobre as perspectivas do setor eólico entre os anos de 2018 e 2028.....	75
Figura 17 – Nível de capacidade ociosa na indústria eólica entre os anos de 2018 e 2028.....	75
Figura 18 – Áreas prioritárias para implantação de parques eólicos na Bahia.....	78
Figura 19 – Complementaridade da energia eólica no Nordeste.....	80
Figura 20 – Projetos contratados em leilão.....	81
Figura 21 – Infraestrutura Terrestre da Bahia.....	86
Figura 22 – Linhas de Transmissão no Estado da Bahia.....	90
Figura 23 – Patentes de Invenção 2016 - Estados da Federação.....	99
Figura 24 – Aplicações apresentadas pelos respectivos países de origem.....	100
Figura 25 – Candidatos ao pedido de patentes no segundo semestre de 2016 no Brasil.....	100

# Lista de Tabelas

---

Tabela 1 – Estimativa de custo dos componentes do aerogerador. ....	16
Tabela 2 – Demanda e capacidade produtiva da indústria nacional. ....	72
Tabela 3 – Comparação do Potencial de Geração do Atlas 2002 e 2013. ....	77
Tabela 4 – Empregos totais gerados no setor de energia eólica por MW. ....	92
Tabela 5 – Estimativa do total de empregos por MW gerados na Bahia. ....	93

# Lista de Quadros

---

Quadro 1 – Etapas físicas e conteúdo local a ser cumpridos pelo fabricante.....	38
Quadro 2 – Nível de exigência marco janeiro de 2016. ....	39
Quadro 3 – Modelo de análise da pesquisa. ....	47
Quadro 4 – Descrição dos indicadores da pesquisa.....	48
Quadro 5 – Fases da pesquisa.....	50
Quadro 6 – <i>Stakeholders</i> selecionados para a realização das entrevistas.....	51
Quadro 7 – Montadoras cadastradas e seus produtos.....	58
Quadro 8 – Fabricantes de pás eólicas no Brasil.....	59
Quadro 9 – Fabricantes de torre cadastrados e seus produtos.....	60
Quadro 10 – Classes da estrutura de mercado.....	69
Quadro 11 – Síntese dos posicionamentos dos <i>stakeholders</i> frente às questões formuladas na pesquisa de campo.....	105
Quadro 12 – Síntese de discussão frente às referências levantadas e às questões formuladas na pesquisa de campo.....	107

# Lista de Siglas

---

<b>ABDI</b>	Associação Brasileira de Desenvolvimento das Indústrias
<b>ABDI</b>	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
<b>ABEEólica</b>	Associação Brasileira de Energia Eólica
<b>ACL</b>	Ambiente de Contratação Livre
<b>ACR</b>	Ambiente de Contratação Regulada
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo e Gás
<b>APL</b>	Arranjo Produtivo Local
<b>BIG</b>	Banco de Informações de Geração
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento
<b>BNEF</b>	Bloomberg New Energy Finance
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
<b>CCEAR</b>	Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
<b>CCEE</b>	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
<b>CDA</b>	Coordenação de Desenvolvimento Agrário
<b>CDE</b>	Conta de Desenvolvimento Energético
<b>CGEE</b>	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
<b>CGTEE</b>	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
<b>CHESF</b>	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
<b>CMSE</b>	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
<b>CNPE</b>	Conselho Nacional de Política Energética
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>COFINS</b>	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
<b>CONFAZ</b>	Conselho Nacional de Política Fazendária
<b>CTGA</b>	Comissão Técnica de Garantia Ambiental
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
<b>DNPM</b>	Departamento Nacional de Produção Mineral
<b>Eletronorte</b>	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
<b>Eletronuclear</b>	Eletrobrás Termonuclear S.A.
<b>Eletrosul</b>	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>ET</b>	Coefficiente de Entropia de Theil
<b>ETENE</b>	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FAPESB</b>	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
<b>Fieb</b>	Federação das Indústrias do Estado da Bahia
<b>FINAME</b>	Financiamento de Máquinas e Equipamentos
<b>Fiol</b>	Ferrovias Oeste-Leste
<b>GAGMC</b>	Grupo de Pesquisa em Governança Ambiental Global e Mercado de Carbono
<b>GCE</b>	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica

<b>GFOM</b>	Geração Fora da Ordem de Mérito
<b>GTDN</b>	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
<b>GW</b>	Gigawatts
<b>GWEC</b>	Global Wind Energy Council
<b>HHI</b>	Hirschman-Herfindahl
<b>IBEPI</b>	Boletim Ibero-americano de Tecnologia da Informação
<b>ICMS</b>	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
<b>IEA</b>	Agência Internacional de Energia
<b>INEMA</b>	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>ITA</b>	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
<b>LEN</b>	Leilão de Energia Nova
<b>LER</b>	Leilão de Energia de Reserva
<b>LFA</b>	Leilão de Fontes Alternativas
<b>MAE</b>	Mercado Atacadista de Energia
<b>MRE</b>	Mecanismo de Realocação de Energia
<b>O&amp;M</b>	Operação e Manutenção
<b>OEMs</b>	Original Equipment Manufacturers
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico
<b>P&amp;D</b>	Pesquisas e Desenvolvimento
<b>PASEP</b>	Patrimônio do Servidor Público
<b>PCHs</b>	Pequenas Centrais Hidrelétricas
<b>PDE</b>	Plano Decenal de Expansão de Energia
<b>PEI</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial
<b>PGE</b>	Procuradoria Geral do Estado
<b>PIS</b>	Programa de Integração Social
<b>PNE</b>	Plano Nacional de Energia
<b>PROEÓLICA</b>	Programa Emergencial de Energia Eólica
<b>PROINFA</b>	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
<b>RC</b>	Razão de Concentração
<b>REIDI</b>	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura
<b>SDE</b>	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
<b>SEB</b>	Setor Elétrico Brasileiro
<b>SEBRAE</b>	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
<b>SEFAZ</b>	Secretaria da Fazenda
<b>SEMA</b>	Secretaria do Meio Ambiente
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>STF</b>	Supremo Tribunal Federal
<b>SUDENE</b>	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
<b>TEN</b>	Torres Eólicas do Nordeste

# Sumário

---

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	3
1.2	JUSTIFICATIVA	4
1.3	OBJETIVOS	5
1.3.1	Geral	5
1.3.2	Específicos	5
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	5
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
2.1	DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO BRASIL	7
2.2	ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA INDÚSTRIA: VANTAGENS COMPETITIVAS	9
2.3	INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E A COMPETITIVIDADE	12
2.3.1	Energia eólica e aerogerador	12
2.3.2	Cadeia produtiva da indústria eólica	16
2.3.3	Fatores competitivos da indústria eólica	20
2.4	EÓLICA NO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO	23
2.4.1	Regulamentação federal da energia eólica	26
2.4.2	Setor Elétrico Brasileiro (SEB)	28
2.4.2.1	Aprimoramento do Marco Legal do Setor Elétrico: compilação das contribuições da Consulta Pública nº 5/2017 do MME	30
2.4.3	Comercialização de energia elétrica	35
2.4.4	Mecanismos de incentivos governamentais	37
2.5	A INDÚSTRIA EÓLICA NACIONAL	40
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>45</b>
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS	50
<b>4</b>	<b>INDÚSTRIA DE AEROGERADORES NO BRASIL E NA BAHIA</b>	<b>52</b>
4.1	MERCADO	52
4.1.1	Análise da distribuição da indústria de aerogeradores	52
4.1.2	Concentração da indústria de aerogeradores	64
4.1.3	Capacidade produtiva da indústria de aerogeradores	71

4.2	RECURSOS FÍSICOS .....	76
4.3	ATUAÇÃO GOVERNAMENTAL.....	81
4.4	INFRAESTRUTURA .....	86
4.5	RECURSOS HUMANOS.....	91
4.6	TECNOLOGIA.....	97
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>110</b>
5.1	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	114
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>115</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE A - Roteiro de entrevista com o Governo .....</b>	<b>132</b>
	<b>APÊNDICE B – roteiro de entrevista com fornecedores de aerogeradores .....</b>	<b>135</b>
	<b>APÊNDICE C – Roteiro de entrevista com montadoras/fabricantes de aerogeradores</b>	<b>138</b>
	<b>APÊNDICE D – Roteiro de entrevista com clientes (investidores) de aerogeradores ...</b>	<b>141</b>

# CAPÍTULO 1

---

## 1 INTRODUÇÃO

A energia eólica, vista como uma das fontes de energia renováveis mais promissoras e caracterizada por uma tecnologia consolidada principalmente na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), está em plena expansão no Brasil. Segundo o relatório intitulado “Climatescope 2016”, elaborado pela *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF, 2016), o Brasil é o terceiro país mais atrativo do mundo para receber investimentos em energias renováveis no *ranking* liderado pela China. Isto se deve, principalmente, à conjuntura de crise internacional entre os anos de 2009 e 2012, em decorrência da redução e dos cortes de investimentos feitos pela Europa e pelos EUA em fontes renováveis subsidiadas, tornando o Brasil, assim como a China e a Índia, importantes centros de investimento no setor (GANNOUN, 2015). Além disso, o potencial eólico também auxiliou nesse desenvolvimento, tendo em vista que o Brasil apresenta características naturais privilegiadas com ventos apresentando poucas variações de sentido e velocidades adequadas ao aproveitamento (CAMARGO-SCHUBERT, 2001).

Diante da redução dos investimentos no exterior, os fabricantes dos equipamentos utilizados para a geração da energia eólica (aerogeradores) europeus e norte-americanos, sobretudo os países como Alemanha, Espanha e EUA, passaram a concentrar suas vendas em novos mercados com o intuito de minimizar os prejuízos inerentes à crise, passando a investir em locais mais promissores, como o Brasil (VALVERDE, 2017). A China, apesar de ser o país com o maior mercado mundial crescente de energia eólica, não se tornou tão atraente devido às barreiras de entrada às indústrias estrangeiras, sendo o mesmo suprido por fornecedores locais (DAI *et al.*, 2014; PENG, 2011).

Segundo Gannoun (2015), a indústria eólica brasileira se tornou mais competitiva devido à abundante entrada de fabricantes de aerogeradores a partir de 2009 e à forte redução nos preços de venda dos insumos eólicos em decorrência do avanço tecnológico dos equipamentos ao longo dos anos.

Nesse aspecto, os fabricantes passaram a investir uma boa parcela do capital na região Nordeste do Brasil devido à concentração do potencial eólico nessa localização. O Nordeste se destaca não apenas por seu potencial de geração de energia eólica, capaz de receber parques de geração de energia, mas também pelo seu potencial para receber indústrias fabricantes de componentes e subcomponentes dos aerogeradores.

O estado de maior destaque, Bahia, desempenhou um papel relevante para o desenvolvimento do setor devido à sua extensão territorial, um fator determinante para a implantação de parques eólicos, e a condição dos ventos, com baixa variação de intensidade e com elevada velocidade média, permitindo o uso de mais de 50,0% da capacidade dos aerogeradores (ARAGÃO *et al.*, 2016).

Além disso, a Bahia apresenta localização favorável para receber a indústria de fabricação de aerogeradores, pois é mais próxima das regiões Sudeste e Centro-Oeste do país, quando comparada aos outros estados do Nordeste. Desta forma, a logística de transporte dos componentes e subcomponentes de outras regiões se torna mais viável. A Bahia possui ainda o maior complexo industrial integrado do hemisfério Sul, o Polo Industrial de Camaçari, que viabiliza a instalação de grandes empresas fabricantes e montadoras de equipamentos aerogeradores, a exemplo da GE/Alstom, Siemens/Gamesa, Nordex/Acciona, Torrebras, Torres Eólicas do Nordeste (TEN) e Wobben Windpower (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO [SDE], 2018). Dessa forma, a Bahia aparece como um verdadeiro polo de atração de investimentos para os fabricantes de equipamentos eólicos, desenvolvendo uma cadeia produtiva com valores agregados e tecnológicos significativos e tornando a energia eólica uma fonte com maior valor competitivo de mercado e com potencial de crescimento relevante.

Entretanto, salienta-se que o fornecimento de insumos, peças e subcomponentes dos aerogeradores não está consolidado nesse território, existindo uma concentração no Sul e no Sudeste do país, principalmente em São Paulo, tendo em vista que essas regiões apresentam historicamente uma infraestrutura mais adequada para a instalação de fábricas e indústrias (OLIVEIRA NETO, 2016).

Desta maneira, novas estratégias de suprimentos devem ser desenhadas e formuladas visando atrair mais empresas da cadeia de produção dos aerogeradores para que estas ações gerem externalidades positivas e benefícios socioeconômicos ao estado, como o desenvolvimento regional e local, a geração de emprego e renda, a abertura de novos negócios, a possibilidade de qualificação de mão de obra e o encadeamento produtivo.

Por outro lado, a queda da demanda interna por equipamentos eólicos, devido à instabilidade dos leilões voltados para esta fonte de energia a partir de 2014, promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), associada, posteriormente, com os efeitos da crise econômica, culminaram na insegurança dos empresários com relação aos seus investimentos, prejudicando o desenvolvimento da cadeia produtiva eólica que estava em fase de consolidação.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A indústria eólica brasileira se desenvolveu de forma virtuosa, alcançando rapidamente um alto grau de maturidade, já que se contratam fontes renováveis de forma competitiva e ainda se desenvolve uma cadeia produtiva de alto valor agregado e tecnológico, o que torna este setor bastante promissor no país.

No entanto, nota-se que o mapeamento dessa indústria ao longo do território nacional não é uniforme, tendo em vista que a maioria dos grandes fabricantes se concentra no Nordeste, precisamente na Bahia, enquanto os fornecedores de peças e subcomponentes estão predominantes no Sudeste, conforme mostra o Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica, desenvolvido pela Agência Brasileira de Desenvolvimento das Indústrias (ABDI, 2014).

Desta forma, considerando que os fornecedores usualmente se instalam próximos aos grandes fabricantes por questões fiscais e logísticas, a exemplo do setor automotivo, este trabalho tem como premissa que, diferentemente de outros setores, a indústria eólica na Bahia se organizou de forma distinta, sem que houvesse a proximidade geográfica em relação aos principais fabricantes e fornecedores de equipamentos, peças e insumos.

Fundamentada nessa premissa, esta dissertação tem como problema de pesquisa analisar quais as perspectivas para o desenvolvimento da indústria de aerogeradores na Bahia, partindo da hipótese de que os fatores determinantes da organização dessa indústria, baseados no modelo “diamante” discutido por Porter (1993), são:

- condições de fatores: insumos necessários para competir em qualquer indústria, como a terra, o trabalho, o capital e a tecnologia;
- condições de demanda: composição da demanda interna do produto ou serviço de uma nação, dentro da qual se avalia a natureza das necessidades do comprador, seu

tamanho e padrão de crescimento e os mecanismos pelos quais a preferência interna é transmitida aos mercados estrangeiros;

- indústrias correlatas e de apoio: presença ou ausência, no país, de setores fornecedores e outros correlatos que sejam internacionalmente competitivos;
- estratégia, estrutura e rivalidade das empresas: contexto em que empresas são administradas e estrutura de sua concorrência.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando que o desenvolvimento da energia eólica no Brasil seguiu uma trajetória positiva de expansão, particularmente na região Nordeste, a pesquisa se justifica pela contribuição que trará para o debate sobre a importância dessa fonte na possibilidade de se criar oportunidades de investimentos nas regiões que oferecem capacidade de geração de energia eólica.

Nesse contexto, destaca-se a Bahia, que tem recebido investimentos importantes do setor eólico e implementado políticas de atração de investidores do setor de fabricação dos equipamentos eólicos, buscando atrelar a potencialidade do vento com o encadeamento produtivo, gerando externalidades positivas e benefícios socioeconômicos e ambientais.

Estudar a dinâmica dessa atividade na Bahia contribui para o direcionamento das políticas públicas e para o entendimento de questões mais condizentes com o desenvolvimento regional e local, a partir da sua capacidade de movimentar outras regiões e municípios com geração de emprego e renda, abertura de novos negócios, possibilidade de qualificação de mão de obra e encadeamento produtivo específico do referido setor. Além disso, é possível visualizar a estrutura dessa indústria, diagnosticar os entraves existentes e pressupor as perspectivas futuras acerca deste mercado.

Desta forma, este trabalho contribui como fonte de pesquisa e informação, tanto na área acadêmica quanto no aspecto prático. No âmbito acadêmico são poucos os estudos realizados sobre a indústria eólica com o foco regional, principalmente, relacionada ao detalhamento sob a ótica do modelo “diamante”, discutido por Porter (1993). Quanto ao aspecto prático, o presente estudo será uma fonte de consulta e informações auxiliares ao planejamento de estratégias para a indústria eólica na Bahia e até mesmo para outros estados brasileiros interessados nesse setor.

### 1.3 OBJETIVOS

A seguir são enunciados os objetivos desta pesquisa.

#### 1.3.1 Geral

Analisar como a indústria de aerogeradores está organizada na Bahia e quais as perspectivas e necessidades para alavancar este setor no estado.

#### 1.3.2 Específicos

- a) mapear a cadeia produtiva da indústria de energia eólica no Brasil;
- b) analisar a concentração dessa cadeia no Brasil;
- c) estudar os fatores abordados no modelo “diamante” discutido por Porter (1993) para o estado da Bahia; e
- d) verificar a influência desses fatores nas estratégias das empresas produtoras de equipamentos eólicos e de seus fornecedores na Bahia.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos. Após a apresentação deste capítulo introdutório (Capítulo 1), que aborda a contextualização do tema e do objeto de estudo, o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho, o próximo capítulo apresenta a fundamentação teórica (Capítulo 2).

O Capítulo 3 trata dos procedimentos metodológicos da pesquisa, no qual é desenvolvido o modelo analítico empregado no trabalho e são abordadas as quatro fases da pesquisa.

No Capítulo 4, o modelo analítico é aplicado para analisar a indústria de aerogeradores, apresentando informações referentes à distribuição das firmas que compõem essa cadeia no Brasil, à estrutura da concorrência e à capacidade produtiva desse mercado, além de detalhar, especificamente, a indústria de aerogeradores baiana.

O Capítulo 5 apresenta a discussão dos resultados por meio da triangulação dos dados advindos das entrevistas com atores-chave da indústria de aerogeradores na Bahia e das informações disponíveis nas referências bibliográficas e documentais. Por fim, apresentam-se as conclusões e recomendações (Capítulo 6).

# CAPÍTULO 2

---

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO BRASIL

O estudo da localização das atividades no espaço considera os problemas decorrentes das vantagens geográficas de cada localidade, do arcabouço econômico e institucional, do acesso aos fatores de produção, entre outros aspectos (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016). Diante disso, os questionamentos sobre qual a melhor área para o desenvolvimento de determinada atividade se relacionam com a maximização dos lucros e com a minimização dos custos, além de servirem de respaldo para as teorias clássicas de localização (CLEMENTE, 1994; LIMA, 2015).

Para Ottaviano e Thisse (2004), a concentração e a desconcentração das atividades produtivas em uma área geográfica ocorrem a partir das vantagens oferecidas pela região. Assim, segundo Haddad e Andrade (1989), o fator locacional constitui ganho e redução de custos que uma atividade econômica obtém quando decide se estabelecer em um dado local.

Nesse sentido, Furtado (2000) preconiza que o desenvolvimento engloba, pelo menos, três dimensões: (1) incremento da eficácia do sistema social de produção, (2) satisfação de necessidades elementares da população e (3) consecução de objetivos a que almejam grupos dominantes de uma sociedade e que competem na utilização de recursos escassos. A estrutura dessas dimensões sustenta o desenvolvimento econômico e social (FURTADO, 1992).

Historicamente, o processo de formação do espaço econômico do Brasil traçou o desenvolvimento regional recente do país por meio de suas políticas, assim como da dotação de infraestrutura e de incentivos (PACHECO, 1997; AMARAL NETO, 2012). Este processo teve sua origem na região Sudeste, especialmente em São Paulo, e a dinâmica gerada provocou vários efeitos nas regiões periféricas, resultando, em parte, em uma restrição de autonomia daquele estado às regiões subdesenvolvidas devido às relações capitalistas

desiguais de produção (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016). Assim, a crescente desigualdade regional ocorrida no período de 1930 a 1970 entre o centro dinâmico da economia nacional, localizado na região Sudeste, e as regiões periféricas, dá-se pela lógica capitalista de localização industrial (CANO, 2008).

Neste contexto, na década de 1950, como forma de amenizar essas discrepâncias regionais, foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), com os objetivos de incentivar a industrialização de regiões periféricas e desconcentrar o setor industrial, direcionando-o para espaços econômicos incipientes (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016). Da mesma forma, em 1959, por meio da Lei nº 3.692, de 15 de dezembro, o governo criou a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), visando tratar e promover o desenvolvimento da região Nordeste com o fomento à industrialização do território, baseado em estratégias de estímulos governamentais.

A partir da década de 1970 houve a desconcentração das atividades e, conseqüentemente, o crescimento econômico, em resposta às políticas econômicas territoriais viabilizadas pelo Estado a partir de grandes projetos econômicos levados para outras regiões do país (CANO, 2008; PACHECO, 1997).

Até a metade da década de 1980, nota-se a maturação dos investimentos, impactando positivamente o crescimento econômico, sobretudo nas regiões subdesenvolvidas. Porém, a partir da segunda metade desta década, devido à crise da dívida externa brasileira, houve baixo desempenho econômico regional e nacional (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016).

Nos anos de 1990, a economia continuou com baixo crescimento econômico, principalmente no começo da década, quando foram introduzidas mudanças estruturais no país, marcadas pela saída do Estado desenvolvimentista e indutor do planejamento e crescimento econômico e pela entrada de políticas neoliberais, caracterizadas pelas privatizações e extinção da política de desenvolvimento regional e de instituições regionais de fomento ao desenvolvimento (CANO, 2008). Assim, estas reformas provocaram uma guerra fiscal entre os estados subdesenvolvidos da nação, passando a ser predominante a política de fomento à atração de investimentos produtivos em todo o território nacional (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016).

Na segunda metade do século XX, no quadro nacional do desenvolvimentismo hegemônico, a dinâmica regional é entregue apenas às próprias decisões de mercado, o que tende a exacerbar seu caráter seletivo, ampliando fraturas herdadas em um processo semelhante à desintegração competitiva (ARAÚJO, 2000).

Neste contexto, o estudo de Pacheco (1998) aborda a diferenciação interna das macrorregiões brasileiras, que implica em maior heterogeneidade regional, um processo recente seguido de desconcentração. Complementando esta ideia, Cano (2008) destaca que essa crescente diferenciação regional em diversas macrorregiões brasileiras foi a contrapartida do processo de integração do mercado nacional, comandado a partir de São Paulo; o que acabou eliminando as possibilidades de “industrializações autônomas”.

Segundo Amaral Neto (2012), esse processo de autonomização enfoca uma maior soberania na cadeia produtiva de alguns ramos da atividade, gerada por complementaridades no movimento de integração do mercado nacional. Esse cenário requer pensar no surgimento de especializações regionais estratégicas.

Neste contexto, destaca-se que o desenvolvimento de novas atividades em espaços específicos pode estabelecer a criação de situações de sucesso econômico na região, possibilitando que esses espaços tenham polos industriais de desenvolvimento, como é o caso do complexo produtivo da energia eólica no Nordeste. Este polo pode atender parte da demanda por energia elétrica, já que esta região possui maior potencial explorável do Brasil; possibilitar a industrialização do setor, atenuando o padrão primário da estrutura produtiva do Nordeste no âmbito das relações inter-regionais de mercado; e abrir possibilidades estratégicas de inovação com fomento à ciência e à tecnologia por meio da utilização de recursos renováveis para o fornecimento de energia limpa (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2016; AMARAL NETO, 2012).

## 2.2 ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA INDÚSTRIA: VANTAGENS COMPETITIVAS

O termo “estratégia” é comumente utilizado no meio empresarial e, segundo Porter (1986, p. 45), consiste no desenvolvimento de “[...] ações ofensivas ou defensivas para criar uma posição defensável em uma indústria, para enfrentar com sucesso as cinco forças competitivas e, assim, obter um retorno sobre o investimento maior para a empresa”. Nesse contexto, Barney e Hesterly (2008) afirmam que a boa estratégia é aquela que gera vantagem competitiva e sua escolha deve ser feita de forma sistemática e cuidadosa, vinculada ao cenário local de atuação da empresa. A empresa que busca vantagem competitiva tem mais capacidade de gerar maior valor econômico quando comparada às rivais.

Para formular e executar estratégias bem-sucedidas, as empresas devem levar em conta questões relevantes que enfrentam em seu cotidiano, a exemplo da análise de mercado e da concorrência para assim, saber com quem competem e em quais circunstâncias. As possíveis consequências provenientes da tomada de decisões relativas ao posicionamento na competição e as bases determinadas para fundamentar a vantagem competitiva também devem ser avaliadas (BESANKO *et al.*, 2006).

A indústria, grupo de competidores que produzem mercadorias ou serviços que competem diretamente entre si, é a unidade básica de análise para se compreender a competição. A competição é o meio no qual a vantagem competitiva é ganha ou perdida. Sendo assim, uma indústria é considerada competitiva quando as empresas constituintes produzem com eficiência e competitividade (PORTER, 1993).

No quadro de competitividade de caráter cada vez mais globalizado, que depende da capacidade da sua indústria em inovar e se aperfeiçoar, os fundamentos da competição se concentram cada vez mais na criação e na assimilação do conhecimento, obrigando as indústrias a formularem e implantarem estratégias concorrenciais que possibilitem conservar ou ampliar, de forma sustentável, sua posição no mercado (SAKAY, 2005).

Diante disso, a vantagem competitiva deve nascer de um conhecimento detalhado da estrutura da indústria e da maneira pela qual ela se modifica, sendo gerada e sustentada por um processo altamente localizado, no qual as diferenças nos valores nacionais, a cultura, as estruturas econômicas, as instituições e a história são fatores que contribuem para o êxito competitivo (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Segundo Porter (1993), para que as empresas obtenham sucesso em uma determinada indústria, é necessário avaliar quatro amplos atributos que modelam o ambiente na qual elas competem e promovem ou impedem a criação da vantagem competitiva, sendo eles: condições de fatores, condições de demanda, indústrias correlatas e de apoio, e estratégia, estrutura e rivalidade das empresas, conforme apresenta a Figura 1.

As condições de fatores representam os insumos necessários para competir em qualquer indústria, como a terra, o trabalho, o capital e a tecnologia. Este pode ser agrupado em categorias mais amplas, tais como: recursos humanos, que representam a quantidade, capacidade e custos do pessoal; recursos físicos, relacionados à abundância, à qualidade, à acessibilidade, às fontes de energia elétrica, às condições climáticas, à localização e ao tamanho geográfico; recursos de conhecimentos, representando o estoque que o país tem de conhecimento científico, técnico e de mercado, relativo a bens e serviços; recursos de capital,

que dizem respeito ao custo do capital disponível para o financiamento da indústria; e infraestrutura, relacionada ao tipo, à qualidade e ao valor de uso da infraestrutura disponível que afeta a competição, como os sistemas de transporte e comunicação (PORTER, 1993).

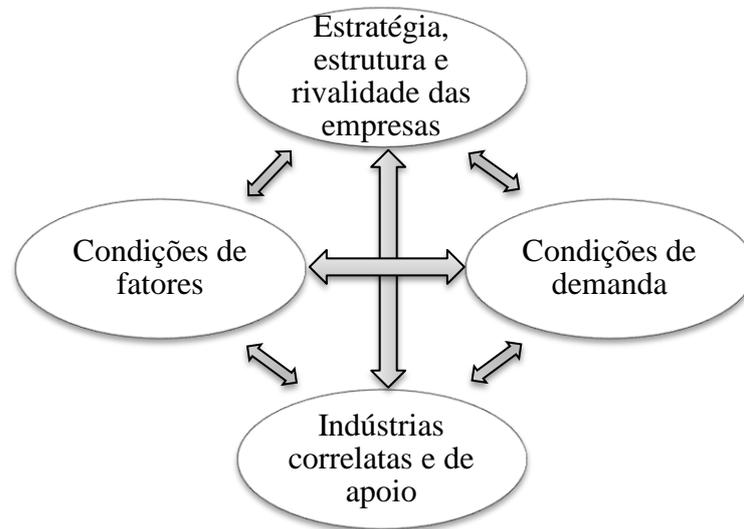


Figura 1 – Determinantes da vantagem competitiva nacional – “Diamante de Porter”.

**Fonte:** Adaptado de Porter (1993).

Por outro lado, as condições da demanda estão ligadas à composição da demanda interna do produto ou serviço de uma nação, dentro da qual se avalia a natureza das necessidades do comprador, seu tamanho e padrão de crescimento e os mecanismos pelos quais a preferência interna é transmitida aos mercados estrangeiros (PORTER, 1993). O autor afirma ainda que a qualidade da demanda interna é mais importante do que a quantidade desta para a determinação da vantagem competitiva (PORTER, 1993).

As indústrias correlatas e de apoio, por sua vez, dizem respeito à presença ou ausência, no país, de setores fornecedores e outros correlatos que sejam internacionalmente competitivos. Porter (1993) afirma que a existência de indústrias fornecedoras internacionalmente competitivas em determinada nação gera vantagens para as indústrias que se relacionam com elas, já que a mútua participação em atividades pode ocasionar o desenvolvimento de tecnologia, manufatura, distribuição, comercialização ou assistência.

O último determinante mencionado por Porter (1993) – Estratégia, estrutura e rivalidade das empresas – representa as condições predominantes no país que determinam como as empresas são constituídas, organizadas e gerenciadas, assim como a natureza da

rivalidade no mercado interno. Em outras palavras, esse determinante trata sobre o contexto no qual as empresas são administradas e a estrutura de sua concorrência.

Além destes atributos, Porter (1993) ainda afirma que é necessário considerar algumas variáveis que influenciam na vantagem competitiva de um país, a exemplo do governo, tendo em vista que ele pode piorar ou melhorar a vantagem nacional diante da maneira pela qual as políticas são adotadas; e o acaso, cujos acontecimentos estão fora de controle das empresas, como guerras, descobertas tecnológicas e grandes mudança na demanda do mercado.

## 2.3 INDÚSTRIA DE AEROGERADORES E A COMPETITIVIDADE

### 2.3.1 Energia eólica e aerogerador

Energia eólica é a energia cinética presente no movimento dos ventos provocado por diferenças de temperatura e diferenças de pressão na superfície da Terra. A energia eólica é transformada em mecânica por moinhos e cataventos, ou em energia elétrica, por turbinas eólicas ou aerogeradores.

O aerogerador é o equipamento responsável por gerar energia elétrica a partir da energia proveniente do vento. A energia cinética advinda do vento movimenta a turbina, produzindo energia mecânica e conduzindo-a ao gerador, que por sua vez converte energia mecânica em elétrica (PINTO, 2013).

No contexto mundial, a energia eólica é considerada uma tecnologia para geração de eletricidade menos agressiva ao meio ambiente, sendo sua adoção incentivada, principalmente, pela pressão crescente advinda das ameaças das mudanças climáticas (GAN; SMITH, 2011; BERMANN, 2008). Dentre suas vantagens, cita-se que a energia eólica: não emite gases do efeito estufa; é uma fonte inesgotável que possui insumo gratuito (ar); reduz a dependência energética dos combustíveis fósseis e da importação de energia; gera emprego, renda e benefícios aos proprietários fundiários; apresenta rentabilidade ótima para os investimentos, pois é operada com incentivos adequados e uma energia de baixo custo; e requer pouca manutenção do aerogerador, além de permitir o uso do terreno para outras atividades, como agricultura e pecuária (SANTOS, 2015).

De acordo com o *Global Wind Energy Council* (GWEC, 2017), nos últimos anos a energia eólica apresentou crescimento significativo no mercado elétrico mundial com mais de 80 países possuindo instalações eólicas, totalizando uma capacidade instalada de 486,79

Gigawatts (GW) em 2016, com acréscimo de 54,642 GW em 2017. Historicamente, os mercados que mais contribuíram para esse crescimento se localizavam na Europa, América do Norte e Ásia. A partir de 2012, este crescimento foi conduzido principalmente pela China, que na época, instalou 13,2 GW dos 44,7 GW adicionados no mundo (LAGE; PROCESSI, 2013).

De acordo com Santos (2015), este maior aproveitamento energético é decorrente dos avanços tecnológicos e investimentos crescentes em Pesquisas e Desenvolvimento (P&D), tendo em vista que os aerogeradores estão mais potentes, eficientes e menos onerosos. Além disso, os modelos mais recentes de aerogeradores podem alcançar 25 anos de vida útil, o que viabiliza o seu uso em larga escala para a produção de energia elétrica.

Neste contexto, a energia eólica se apresenta como uma alternativa mais competitiva para assegurar e diversificar as matrizes energéticas, dependendo basicamente do potencial eólico disponível para sua viabilização e de estratégias adequadas de políticas de planejamento energético.

Atualmente existem dois tipos de aerogeradores disponíveis no mercado: o aerogerador de eixo vertical e o de eixo horizontal. Além disso, as turbinas eólicas podem ser classificadas quanto ao porte: pequeno porte (potência abaixo de 10 kW), médio porte (potências entre 10 kW e 250 kW) e grande porte (potências acima de 250 kW) (LAGE; PROCESSI, 2013). Como as turbinas de eixo vertical são menos comuns no Brasil e no mundo, este trabalho aborda os componentes relacionados às turbinas de eixo horizontal. A Figura 2 apresenta um aerogerador de eixo horizontal e os seus principais componentes.

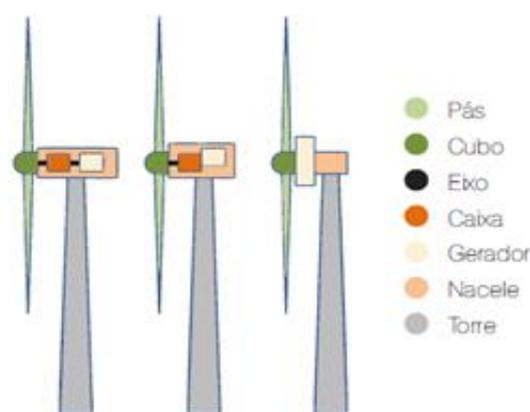


Figura 2 – Componentes básicos de aerogeradores de eixo horizontal.

**Fonte:** ABDI (2014).

Observando a Figura 2, verifica-se que o sistema de conversão de energia eólica se divide basicamente em três partes principais:

a) Torre

Oferece suporte ao conjunto motriz do aerogerador, sendo a estrutura responsável pela sustentação e pelo posicionamento do conjunto rotor–nacele a uma altura conveniente (BRETSCHEIDER *et al.*, 2015). Esta pode ser do tipo cônica (aço laminado ou concreto protendido), híbrida (concreto e aço) ou treliçada (aço galvanizado), sendo as duas primeiras mais comuns no Brasil (CUSTÓDIO, 2013).

A definição do tipo de torre/material depende de fatores como custo, altura do aerogerador, facilidade de transporte, montagem e manutenção. De maneira geral, as torres de aço cônicas são mais utilizadas em alturas menores, na faixa de 80 a 100 metros, enquanto as torres de concreto, híbridas ou as treliçadas são empregadas com maior frequência em alturas acima de 100 metros; ambas representam cerca de 20,0% a 25,0% do custo do aerogerador (ABDI, 2014).

Para definir a altura da torre é necessário avaliar o acréscimo real de energia obtida e o custo envolvido com a elevação do rotor, sendo este componente fundamental para propiciar a captação ótima de vento (BRETSCHEIDER *et al.*, 2015).

Além dos componentes estruturais, que correspondem a cerca de 90,0% do custo de material, fazem parte das torres uma série de componentes internos, tais como: escadas, plataformas, suportes, *guard-rails*, entre outros. (ABDI, 2014)

b) Rotor

O rotor compreende basicamente as pás, três por aerogerador, acopladas ao cubo. A função deste equipamento é captar a energia cinética do vento por meio das pás e transferi-la para os componentes do gerador (BRETSCHEIDER *et al.*, 2015).

As pás são os elementos que interagem diretamente com o vento, sendo responsáveis por capturar a energia cinética e transformá-la em trabalho mecânico (SOUZA *et al.*, 2013). Em termos estruturais, a pá consiste em um casco externo, formado por duas conchas unidas de material compósito (resina epóxi ou poliéster reforçada com fibra de vidro e/ou carbono), suportado por uma viga principal ou estrutura central (mastro ou alma) (ABDI, 2014).

As pás são perfis aerodinâmicos de 30 a 70 metros de comprimento (instalações *onshore*) e representam cerca de 22,0% do custo do aerogerador e 7,0% de sua massa (6 a 10 toneladas cada uma) e recebem um acabamento superficial a base de *gel-coat* e/ou revestimentos poliuretânicos para proteção do compósito às intempéries. A superfície que está

em atrito direto com vento, chuva e particulados em altas velocidades é a região mais crítica, passível de desgaste por erosão (ABDI, 2014).

As pás são fixadas em uma estrutura metálica à frente do aerogerador (à frente da nacele) denominada cubo. O cubo é uma peça única de ferro fundido e de alta precisão de fundição e usinagem, construída com liga de alta resistência. Sua massa varia de 7 a 20 toneladas e seu custo é de aproximadamente 1,4% do custo do aerogerador (AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION [AWEA], 2011). O cubo acomoda os rolamentos para fixação das pás e os mecanismos e motores para o ajuste do ângulo de ataque das pás – o sistema de controle de passo (*pitch*).

Desta forma, o sistema pás e cubo respondem então por 10,0% a 14,0% do peso do aerogerador e por 20,0% a 30,0% do custo da máquina (ANCONA; McVEIGH, 2001).

#### c) Nacele

Também conhecida como carenagem, é a carcaça montada sobre a torre que serve como base para a instalação do rotor e que permite o ajuste da direção deste conforme a direção do vento (BRETSCHEIDER *et al.*, 2015). O tamanho e o formato da nacele variam de acordo com os componentes e sua disposição em seu interior (CUSTÓDIO, 2013). As maiores variações são entre aerogeradores que utilizam caixa de engrenagem e os que não utilizam – com acoplamento direto (ABDI, 2014).

Dependendo da tecnologia e/ou configuração do aerogerador, a nacele pode comportar vários elementos estruturais de aço que suportam os diversos componentes nela inseridos, a exemplo da estrutura principal (*main frame*), do quadro e do bastidor traseiro, dentre outros subcomponentes, tais como: eixo principal, responsável pelo acionamento do gerador, transferindo a energia mecânica da turbina; gerador, que transforma a energia mecânica de rotação em energia elétrica; transformador, que eleva a tensão de geração ao valor da rede elétrica que o aerogerador está conectado; sistema de *Yaw*, cuja função é alinhar a turbina com o vento; e caixa multiplicadora, que, quando existente, adapta a baixa rotação do rotor à velocidade de rotação mais elevada do gerador (ABDI, 2014).

A nacele representa o componente que possui o maior teor tecnológico do equipamento, onde estão alocados os principais elementos para dar funcionamento ao sistema. Desta maneira, esta representa em torno de 50,0% do custo do equipamento.

Levando em consideração essas informações, a Tabela 1 apresenta uma porcentagem de custo por componentes do aerogerador.

Tabela 1 – Estimativa de custo dos componentes do aerogerador.

<b>Componentes</b>	<b>Custo (%)</b>
<b>Nacele</b>	50,0
<b>Torre</b>	25,0
<b>Pás</b>	23,0
<b>Cubo</b>	2,0
<b>Total</b>	100,0

**Fonte:** Elaborada a partir dos dados da ABDI (2014).

### 2.3.2 Cadeia produtiva da indústria eólica

As perspectivas acerca do futuro energético proporcionaram mudanças significativas na economia, implicando na alteração do comportamento produtivo e competitivo das organizações. Estas perspectivas têm levando ao aumento da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, a exemplo da eólica, tornando-se uma parte cada vez mais importante das estratégias de muitos países para alcançar reduções nas emissões de gases do efeito estufa (FAN; WANG, 2016).

Segundo Kolk e Pinkse (2007), as empresas têm desenvolvido estratégias para lidar com os efeitos dessas mudanças devido à necessidade do cumprimento de regulamentações de acordo com os ramos de atividades que elas desempenham e à pressão pública para a adoção de medidas coerentes com o papel que delas se espera, que hoje transcende a maximização dos lucros, a geração de bens e a prestação de serviços. Eles acrescentam também que a mudança na gestão empresarial relacionada à questão da sustentabilidade deve ser realizada mediante a participação de todas as partes interessadas (*stakeholders*), como a comunidade, os fornecedores de tecnologia e os concorrentes (KOLK; PINKSE, 2007).

Lewis e Wisser (2007) afirmam que os países que desejam desempenhar um papel de liderança na indústria de fabricação de energia eólica, independentemente das motivações, benefícios e barreiras à fabricação local de aerogeradores, terão de desenvolver um mercado interno estável e considerável, capaz de absorver a produção de eletricidade e instalar a cadeia produtiva para a utilização de energia eólica. Em contrapartida, do ponto de vista da indústria, faz-se necessário conhecer a estrutura do mercado onde se deseja atuar para compreender a concorrência e identificar as características estruturais fundamentais para se alcançar a vantagem competitiva.

Neste contexto, emerge o conceito de cadeias produtivas. Estas, segundo Prochnik e Haguenaer (2001), são resultantes do aumento da divisão do trabalho e da crescente

interdependência entre os agentes econômicos. Se, por um lado, são criadas pelo processo de desintegração vertical e especialização técnica e social, sob outra perspectiva, são as pressões competitivas por maior integração e coordenação entre as atividades, ao longo das cadeias, que reforçam a articulação entre os agentes. De modo geral, as cadeias produtivas podem ser definidas como “um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos” (PROCHNIK; HAGUENAUER, 2001, p. 2).

Na visão de Pires (2001, p. 75), a cadeia produtiva pode ser conceituada como “um conjunto articulado de atividades econômicas integradas como consequência da relação, em termos de mercados, entre tecnologia, organização e capitais”. Ainda de acordo com o autor, ela pode ser visualizada por meio de uma sucessão de operações de transformação que são dissociáveis, ou seja, capazes de serem separadas e interligadas entre si por intermédio de um encadeamento técnico, sendo complementada por um conjunto de relações comerciais e financeiras que estabelecem, em todos os segmentos, um fluxo de trocas entre fornecedores e clientes (PIRES, 2001).

Além disso, conforme abordado por Elola *et al.* (2013), o conceito de cadeia produtiva vem se aprimorando devido, principalmente, à globalização, à evolução dos mercados consumidores e à implementação de tecnologias nos processos produtivos. Destaca-se neste segmento a cadeia produtiva da indústria de energia eólica, na qual se observa a ligação e inter-relação dos vários elementos.

Desta maneira, pode-se afirmar, de acordo com Prochnik e Vaz (2002), que o termo “cadeia produtiva” se refere mais a situações em que há uma sequência mais linear de setores, a exemplo do setor de agronegócio, mas, que existe comumente o entrelaçamento de cadeias que formam ligações mais complexas, se espalhando de forma não uniforme por toda a economia, denominada complexos industriais.

Com pontos convergentes a Prochnik e Vaz (2002), Haguenuer *et al.* (2001) afirmam que é praticamente impossível, em uma estrutura industrial razoavelmente desenvolvida, a delimitação de cadeias produtivas, devido, principalmente, à interdependência geral das atividades e à possibilidade de substituição de insumos, fundamentando o conceito de complexos industriais, definidos como os conjuntos de cadeias produtivas que têm origem nas mesmas atividades ou convergem para as mesmas indústrias ou mercados.

Nessa configuração, considera-se que os complexos industriais também são cadeias produtivas, porém em um nível de estruturação mais complexo. Também não é rara a

tendência de conjugar os termos cadeias produtivas e *clusters* (aglomerações ou arranjos), cuja abordagem defende a ideia da aglomeração de empresas localizadas em um mesmo território, em um ambiente competitivo e com distintos graus de poder, que apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, tais como: governo, associações empresariais e instituições de crédito, ensino e pesquisa (CARDOSO *et al.*, 2014; COSTA, 2010). Assim, pode-se afirmar que estudos sobre aglomerações locais também constituem trabalhos sobre cadeias produtivas, porém, essas cadeias são mais localizadas e/ou restritas em termos de composição setorial e alcance geográfico (PROCHNIK; VAZ, 2002).

He *et al.* (2016) afirmam que uma condição crucial para o sucesso de um *cluster* da indústria de energia eólica é o acesso a recurso humano altamente qualificado e conhecimentos especializados relacionados à tecnologia. Para esses autores, a difusão de conhecimento e tecnologia dentro do *cluster* deve ser alcançada, processada, utilizada, inovada e difundida por meio de uma estreita cooperação entre os *stakeholders*. Eles ressaltam também, que o mercado é a pré-condição para o estabelecimento de um *cluster* industrial, sendo entendido a partir dos seguintes aspectos: demanda do mercado é a força motriz para o desenvolvimento de *clusters* industriais, capacidade de mercado é uma exigência inerente à promoção da aglomeração de empresas de um *cluster* e estrutura de mercado é a fonte de vantagem competitiva para as empresas de um *cluster* (HE *et al.*, 2016).

De modo geral, uma cadeia produtiva pode ser segmentada em diversos macro segmentos ou mercados. Essa divisão pode variar muito a depender do tipo de produto e do objeto de análise. No caso da indústria eólica, segundo Yuan *et al.* (2014), a cadeia de fornecimento é composta por fornecedores de matérias-primas, fabricantes de componentes, fabricantes de aerogeradores, desenvolvedores e/ou operadores de parques eólicos, operadores de rede e fornecedores de serviços relacionados.

Ainda de acordo com Yuan *et al.* (2014), em perspectiva da cadeia de suprimentos, a indústria de energia eólica pode ser dividida em duas partes: a montante e a jusante. A montante é composta por fornecedores de matérias-primas, componentes e peças, prestadores de serviços de tecnologia, fabricantes de aerogeradores e desenvolvedores de parques eólicos. Os fornecedores ofertam as matérias-primas iniciais para que outras empresas avancem no processo de produção de componentes; os prestadores de serviços de tecnologia fornecem componentes ou serviços para os fabricantes de aerogeradores; os fabricantes são responsáveis pela transformação das matérias-primas em produtos finais (aerogeradores); e os

desenvolvedores de parques (investidores) realizam investimentos em infraestrutura para a implantação de parques eólicos.

A jusante é constituída pela comercialização, representada por empresas que estão em contato com o cliente final da cadeia de produção e que viabilizam o consumo, por meio dos operadores de parques eólicos, empresas de rede, clientes finais e futuros clientes/distribuidores equipados com instalações de armazenamento de energia (YUAN *et al.*, 2014).

Souza *et al.* (2005) acrescentam que para realizar a análise das cadeias produtivas é necessário considerar os ambientes onde elas estão inseridas, como institucional, organizacional e empresarial. O primeiro se refere aos fatores que diferenciam a sociedade, envolvendo as políticas setoriais que refletem na modernização do setor, nas inovações tecnológicas e no comportamento das empresas e dos negócios. Já o ambiente organizacional compreende as universidades, os órgãos de pesquisa, a normalização, a fiscalização, as associações, as cooperativas, os sindicatos e as próprias empresas, compondo uma estrutura de suporte ao funcionamento das cadeias produtivas. Por fim, o ambiente empresarial constitui os subsistemas internos das empresas, representados pelos recursos humanos, materiais, financeiros, tecnológicos e pela gestão empregada no dia-a-dia, além dos procedimentos operacionais utilizados nos processos produtivos, que refletem no sistema de qualidade dos produtos.

Ademais, diante dos conceitos discutidos acerca da cadeia produtiva na indústria de energia eólica, a Figura 3 retrata sua estrutura e suas relações.

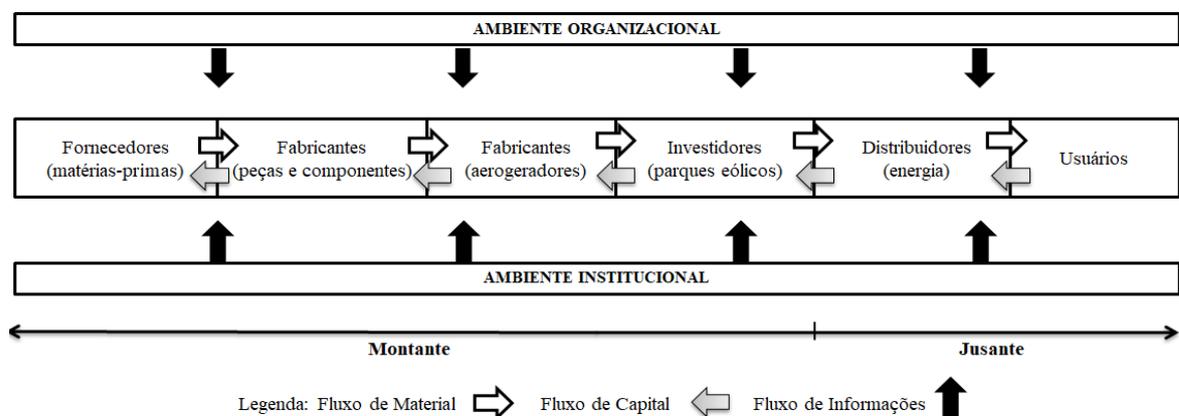


Figura 3 – Cadeia de produção da indústria eólica.

**Fonte:** Elaborado a partir de Yuan *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2005).

Nesta pesquisa, o enfoque será dado à montante da cadeia produtiva, contemplando os fornecedores, fabricantes de peças, subcomponentes e componentes, os fabricantes de aerogeradores (mais conhecidos como montadoras), e, por fim, os investidores dos parques eólicos.

### 2.3.3 Fatores competitivos da indústria eólica

A indústria eólica, segundo Poulsen e Lema (2017), possui um enorme déficit na atual capacidade de atender à produção de escala, devido, principalmente, à existência de muitos gargalos quando se trata de produzir e instalar essa tecnologia em uma escala adequada para atender às metas de redução das emissões de carbono. De acordo esses autores, os principais gargalos estão associados a fatores como: tecnologias para o tratamento da intermitência, recursos financeiros, políticas governamentais, subsídios e tarifas, capital humano e competências, capacidade de armazenamento de energia eólica após a produção e expansão e interconexão da rede.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2011), na publicação intitulada “*Policy Considerations for Deploying Renewables*”, os riscos associados aos projetos de energias renováveis podem derivar de: barreiras regulatórias e incertezas políticas relacionadas à má elaboração, descontinuidade e falta de transparência das políticas e legislações; barreiras institucionais e administrativas, que incluem a falta de instituições fortes e comprometidas, responsabilidades claras e bem definidas, além de procedimentos de licenciamentos complicados; barreiras de mercado, relacionadas às estruturas inconsistentes de precificação que desfavorecem as fontes de energia renováveis; barreiras financeiras atreladas à ausência de oportunidades de financiamento adequadas e produtos financeiros para fontes de energia renováveis; barreiras de infraestrutura, centradas na flexibilidade do sistema energético para absorver a eletricidade produzida pelas fontes de energias renováveis; falta de capacitação e qualificação, relacionada à insuficiência quanto ao conhecimento e mão de obra referente à disponibilidade e desempenho das fontes de energia renováveis; e aceitação pública e barreiras ambientais, relacionada à experiência com os regulamentos do processo de planejamento ambientais e à aceitação destas fontes pela opinião pública.

Atrelado a isso, algumas das barreiras discutidas por Poulsen e Lema (2017) e pela IEA (2011) são evidenciadas por Porter (1989) como os fatores mais importantes para alcançar a vantagem competitiva na maioria das indústrias, principalmente as mais vitais ao

crescimento econômico, que neste caso é o setor energético, podendo ser agrupados em: recursos humanos, recursos físicos, recursos de conhecimento, recursos de capital e infraestrutura.

Com relação aos recursos físicos, a energia eólica no Brasil, de acordo com o “Atlas do Potencial Eólico Brasileiro” elaborado pela Camargo-Schubert (2001), é uma excelente fonte a ser explorada devido ao território dispor de características privilegiadas para o seu uso e, principalmente, por possuir significativo potencial (em torno de 272,2 TWh/ano).

No que tange aos recursos do conhecimento, Zhang (2012) afirma que a competitividade tecnológica diz respeito à capacidade de competir com sucesso em mercados para novos bens e serviços, logo, este tipo de competitividade está intimamente relacionado com a inovação.

Quitow *et al.* (2017) acrescentam que os mecanismos necessários para a transferência de tecnologia internacional de conhecimento são agrupados em: transferência de tecnologia intra-organizacional (investimento de empresas estrangeiras em subsidiárias locais, *joint ventures* e aquisição de empresa estrangeira por empresa local); transferência de tecnologia entre organizações (comércio de equipamentos de produção, instalações de produção *turn-key*, licença de design, licenciamento de processo, investigação e/ou desenvolvimento conjunto) e recurso humano (transferência de recursos humanos inter-empresa, educação estrangeira e formação).

Frankhauser *et al.* (2008) argumentam que as boas políticas direcionadas as energias renováveis favorecem a inovação tecnológica, e, conseqüentemente, propiciam a criação de novas oportunidades para investimento e crescimento econômico, aumentando a demanda por trabalho e qualificação. Com pontos convergentes, Simas e Pacca (2013) afirmam que para haver aumento de empregos locais é necessário investir em inovação e capacitação, pois, ao capacitar o recurso humano, aumenta-se o número de trabalhadores locais, além da qualificação tornar-se um ativo adicional para as empresas, aumentando sua competitividade e favorecendo novas oportunidades de investimento e negócios (SASTRESA *et al.*, 2010).

Com relação à infraestrutura, os aerogeradores são equipamentos indivisíveis, bastante pesados e exigem preparação e investimento por parte das transportadoras para adequação dos veículos (OLIVEIRA NETO, 2016). Segundo Gaylord (2015), com o desenvolvimento da tecnologia eólica os equipamentos passaram a apresentar maior envergadura, com pás mais longas, torres mais altas e naceles mais pesadas com o intuito de capturar mais energia proveniente do vento. Ainda de acordo com o autor, a dimensão do

equipamento pressiona o país a aprimorar infraestruturas, tais como estradas, pontes, túneis e portos, tendo em vista que sem esses investimentos o mercado pode sofrer atrasos nas entregas de componentes e também na conexão das usinas eólicas.

Atrelado a isso, segundo Fan e Wang (2016), os fatores infraestruturais relacionados a problemas de conexão de rede podem restringir o desenvolvimento e a utilização da energia eólica. Segundo Wang *et al.* (2012), a rede elétrica tornou-se, talvez, o maior obstáculo para o crescimento da indústria de energia eólica devido aos desafios de transmissão e integração, juntamente com a baixa capacidade inovadora de fabricantes locais e a escassez de recursos humanos, representando uma ameaça de longo prazo para a sustentabilidade da indústria.

Para Silva *et al.* (2013), o desenvolvimento de energias renováveis depende dos pesados esforços políticos e econômicos que são dirigidos pelo Estado através de instrumentos regulatórios e institucionais e pela adoção de ações pelo setor produtivo, com o intuito de desenvolver e firmar um mercado estável de energia. Logo, as políticas de apoio do governo para promover a utilização de energia eólica são fundamentais para a criação do mercado e para iniciar a ascensão de fabricantes locais à classe de produtor mundial de turbinas (LEWIS; WISER, 2007).

À luz disso, Andrade (2002) acrescenta que a cadeia produtiva é uma ferramenta importante no processo de formulação de políticas públicas e de estratégias empresariais, onde a variável ambiente tem peso significativo. Complementando essa ideia, Shen (2017) afirma que o envolvimento das empresas em assuntos políticos pode propiciar a criação de políticas mais eficientes, já que o governo sozinho não tem a capacidade de entender às implicações sobre todos os setores, configurando as estratégias como algo além do que uma mera questão de autointeresse. Assim, a estrutura de governança tem um papel importante neste contexto.

Segundo Humphrey e Schmitz (2001), o termo governança está associado às relações entre empresas e os mecanismos institucionais, possibilitando a coordenação extra-mercado das atividades dentro de uma cadeia, que no caso de cadeias produtivas, se referem ao que deve ser produzido e como deverá ser produzido. Para Souza *et al.* (2005), governança compreende as estratégias tomadas por organizações privadas e governamentais para executar decisões para soluções internas, intervir em problemas públicos e/ou solucionar demandas de terceiros e conflitos sociais. Eles ainda afirmam que governança é a capacidade de um ator formular e estabelecer estratégias possibilitando um melhor ganho para todos na cadeia, como na articulação com empresas para desenvolver uma atividade de sua cadeia e para provocar

mudanças na estrutura empresarial de outro ator, para que este seja atendido (SOUZA *et al.*, 2005).

#### 2.4 EÓLICA NO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

A matriz elétrica brasileira é predominantemente renovável, representando, aproximadamente, 82,0% da oferta interna de eletricidade no Brasil, com destaque para a geração hidráulica que responde a 68,1% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE], 2017a).

Neste contexto, ressalta-se que em 2016 a produção de eletricidade a partir da fonte eólica correspondeu a 5,4% da matriz energética brasileira, alcançando uma marca de 33.489 GWh e representando um aumento de 54,9% em relação ao ano anterior, quando se atingiu 21.626 GWh (EPE, 2017a). Além disso, segundo dados da ANEEL (2018b) o parque eólico nacional cresceu 2.491 MW, alcançando 10.124 MW ao final de 2016.

Com relação à participação das fontes diante da capacidade instalada, as centrais hidráulicas apresentam grande destaque, com contribuição de 64,5% da matriz, seguida pelas fontes não renováveis, que respondem por 18,0%. As usinas eólicas são responsáveis por 6,7% (Figura 4) (EPE, 2017a).

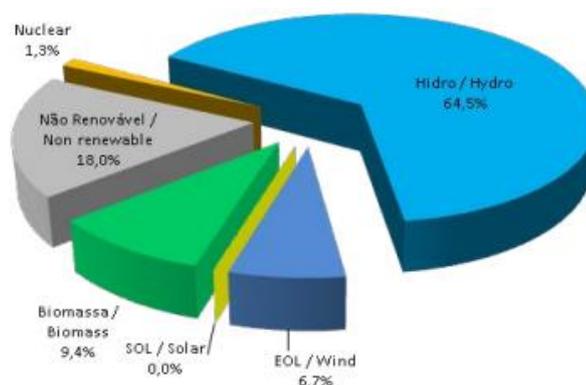


Figura 4 – Participação das fontes na capacidade instalada.

**Fonte:** EPE (2017a).

Embora a geração de eletricidade a partir da fonte eólica ainda represente modesta participação na matriz energética brasileira, sua capacidade instalada apresentou um crescimento expressivo ao longo dos anos (Figura 5), além de ser considerada a fonte que mais cresceu no país em participação nos leilões desde 2009, representando 44,0% do total

contratado nos leilões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA [ABEEólica], 2017a).

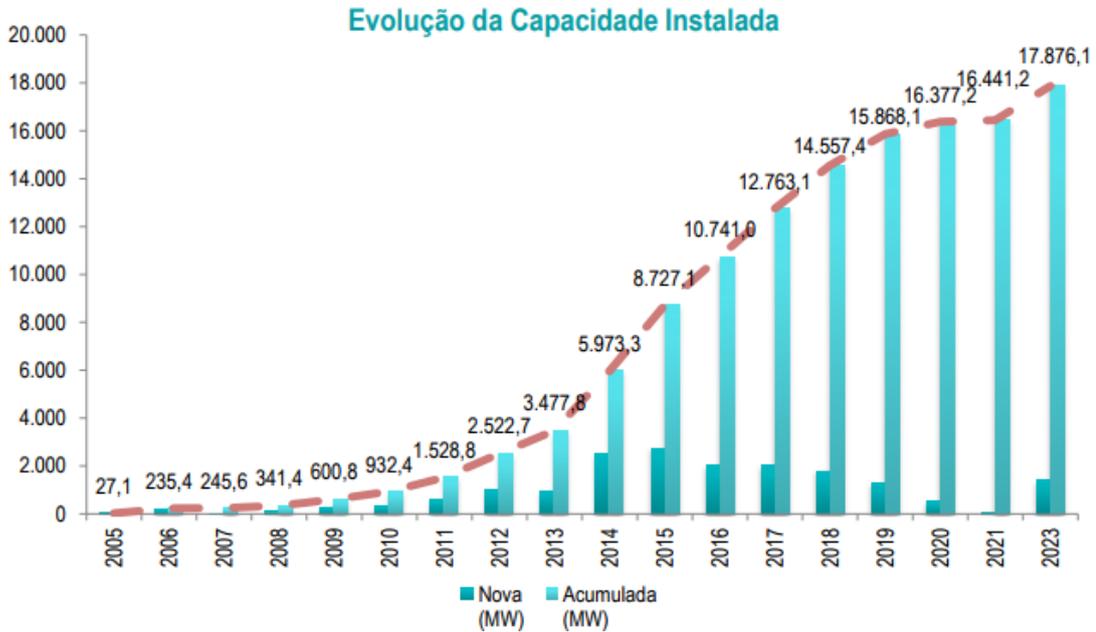


Figura 5 – Evolução da capacidade instalada (MW).

Fonte: ABEEólica (2018).

O crescimento nas contratações confirma que as usinas eólicas atingiram preços bastante competitivos, conforme ilustra a Figura 6.

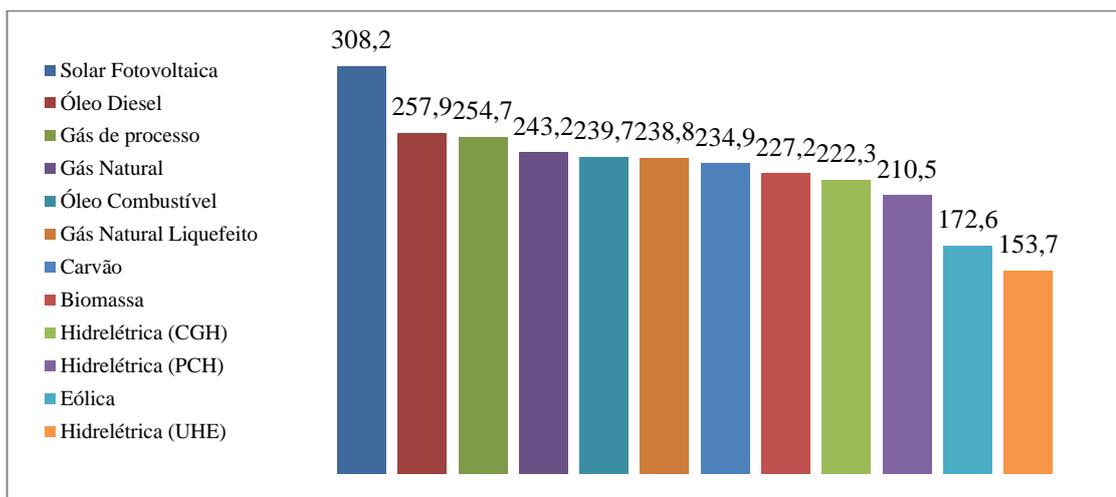


Figura 6 – Preço médio pago por MW contratado por fonte.

Fonte: Dados compilados de CCEE (2017).

A partir da Figura 6, infere-se que a fonte de energia considerada mais barata para contratação no Brasil é a hidrelétrica (UHE). No entanto, é importante frisar que os leilões de energia nova ocorridos em dezembro de 2017 registraram fortes deságios com relação aos projetos eólicos ante os preços teto estabelecidos pelo governo, que chegaram a negociar a venda da produção futura por um preço médio de cerca de R\$ 98,00 por megawatt-hora, enquanto as hidrelétricas tiveram preço médio de cerca de R\$ 219,00 (COSTA, 2017). Em outras palavras, a energia eólica no Brasil apresentou preços menores que os das hidrelétricas, sendo esta última, tradicionalmente, a mais barata fonte de produção de eletricidade no país.

À luz disso, Severino (2018) afirma que os investimentos em energia nova para a construção das hidrelétricas têm sido complexos, tendo em vista que os recursos hídricos que podem ser aproveitados para a construção dessas usinas estão concentrados, em sua grande parte, na região da Amazônia. Logo, esses projetos enfrentam grandes resistências de ambientalistas e indígenas, diminuindo a margem para financiamento público e possibilitando a expansão de outras fontes de geração de energia.

Além disso, ao analisar a participação do Brasil no *ranking* dos dez países com maior capacidade instalada total de energia eólica, ele apresenta uma posição considerável, ocupando o oitavo lugar, com 12,76 GW, e ultrapassando o Canadá com 12,39 GW (GWEC, 2018), conforme apresenta a Figura 7.

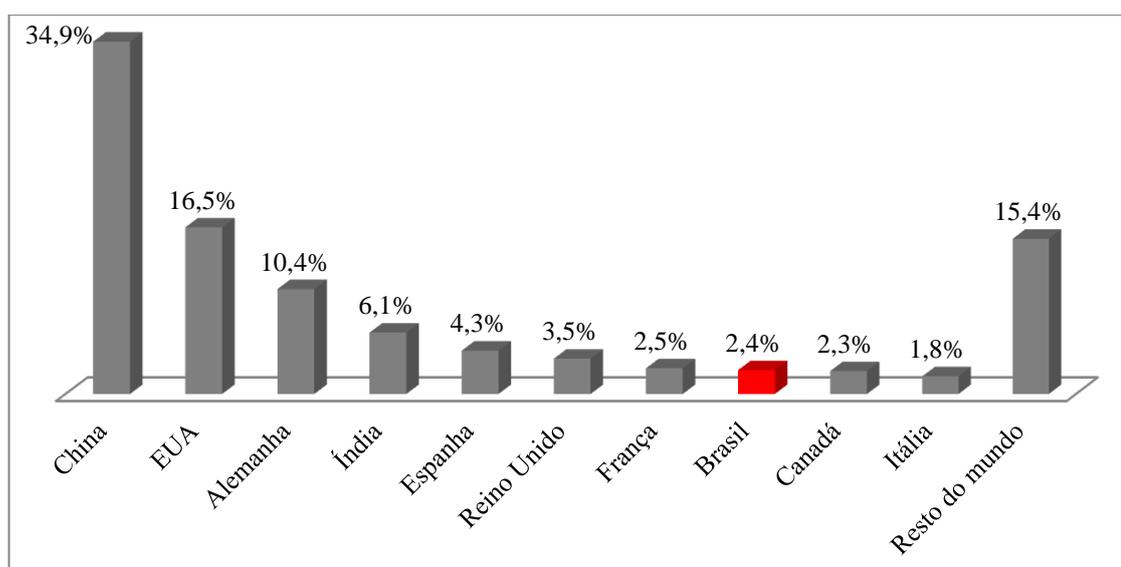


Figura 7 – Ranking Mundial de Capacidade Instalada de Energia Eólica 2018.

**Fonte:** Dados compilados de GWEC (2018).

Segundo Sawyer (2018), “A energia eólica é a tecnologia com preços mais competitivos em muitos mercados pelo mundo, se não for na maioria deles [...]”. Neste contexto, Falani (2014) afirma que o aumento do uso da energia eólica, quando comparado com outras fontes geradoras de energia elétrica, é conferido ao desenvolvimento tecnológico ocorrido no setor, que conduziu ao acirramento da competição no mercado e à redução dos custos de produção e dos preços negociados nos leilões de energia.

Aliado a esta competitividade, é importante destacar o potencial eólico nacional. De acordo com a estimativa do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (CAMARGO-SCHUBERT, 2001), o potencial de energia eólica brasileira (*onshore*) é de 143 GW, porém estudos mais recentes afirmam que este potencial é em torno de 300 GW (MELO, 2013), a par disso, infere-se que apenas 4,2% do potencial total de energia eólica brasileira é explorado. Para contextualizar o enorme potencial eólico brasileiro, a capacidade mundial instalada de energia eólica em 2017 foi de 539,6 GW (GWEC, 2018).

Sendo assim, a energia eólica no Brasil se apresenta como uma fonte promissora diante da sua disponibilidade e da competitividade no mercado, decorrente da curva de aprendizagem, que representa o aumento da facilidade de execução da atividade em função das informações retidas e adquiridas em meio às realizações.

#### 2.4.1 Regulamentação federal da energia eólica

A geração de energia eólica no sistema regulado de produção brasileiro surgiu no ano de 1999 com a Resolução nº 112/1999 da ANEEL, que estabeleceu critérios e “requisitos necessários à obtenção de Registro ou Autorização para a implantação, ampliação ou repontenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia”, assim como criou a figura do agente produtor para fonte eólica, pessoa física, jurídica ou consórcio, capaz de gerar energia para a comercialização de modo independente ou para uso próprio.

Seguindo a proposta de descentralização, suprimento da demanda e aumento da confiabilidade da matriz elétrica brasileira, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), por meio da Resolução nº 24/2001, criou o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), que teve como um de seus objetivos viabilizar a implantação de 1.050 MW de energia eólica até dezembro de 2003. Ressalta-se que, apesar dos incentivos, esta meta não foi alcançada, pois não conseguiu convocar investidores, logo, nenhum projeto eólico foi

implantado pelo programa. Um dos fatores que contribuiu para esta derrocada foi decorrente do breve período entre o seu lançamento e os prazos de habilitação para os agentes conseguirem os benefícios associados aos índices dos valores de compra, e, somado a isso, a falta de uma regulamentação consistente que apresentasse com definição e clareza os benefícios aos agentes (DULTRA, 2007).

Após o PROEÓLICA, os primeiros incentivos para a energia eólica no Brasil vieram em 2002, com a Lei nº 10.438/2002, modificada pelas Leis nº 10.762/2003 e nº 11.075/2004, que instituiu o programa do Governo Federal denominado Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). O objetivo era atrair novas tecnologias associadas a formas renováveis de produção de energia visando: aumentar a participação dessas fontes no Sistema Interligado Nacional (SIN), diversificar a matriz energética, aumentar sua segurança e valorizar as potencialidades locais, além de reduzir a emissão de gases de efeito estufa nos termos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA [MME], 2018).

A Lei do PROINFA, regulamentada pelo Decreto nº 4.541/2002 e modificada pelo Decreto nº 5.025/2004, previa a implantação do programa em duas etapas, sendo a primeira responsável pela contratação de até 3,3 mil MW de potência instalada até 2006, divididos igualmente (1,1 mil MW) pela fonte eólica, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e biomassa. Cabe destacar que o setor eólico se destacou significativamente nesse cenário, no qual foram habilitadas mais de três vezes a capacidade instalada que seria permitida comprar em seu segmento, atingindo um volume contratado de 1.422,92 MW, com o preenchimento da quota não atingida por outras fontes (VEIGA *et al.*, 2012).

Ademais, salienta-se que o programa apresentou diversos entraves, como os associados ao remanejamento da remanescente quota não preenchida pelos outros projetos por meio de chamada pública, obtenção de licenciamento ambiental, financiamento, disponibilidade de fornecedores de equipamentos em tempo hábil, além de questão fundiária. Em função disso, a implementação da componente eólica ocorreu lentamente (DULTRA, 2006), sendo contornada apenas em 2009 por meio do 1º leilão com exclusividade para empreendimentos eólicos e do 2º Leilão de Energia de Reserva (LER), na qual a indústria de energia eólica nacional enxergou crescimento (OLIVEIRA NETO, 2016). Dos 71 projetos, foram contratados 1.841 MW, equivalente a três vezes do total de toda energia eólica

produzida pelos parques eólicos no país em 2009, além do destaque pelo preço ofertado (MELO, 2013).

A segunda fase do PROINFA estabeleceu que, se atingida a meta da primeira fase, o desenvolvimento do programa passaria a focar no atendimento de 10,0% do consumo de energia elétrica, no prazo de 20 anos, por meio de uma programação de compra anual de energia fornecida pelo mercado nacional, visando o atendimento mínimo de 15,0% do incremento anual da energia. Porém este programa foi definitivamente congelado pelo governo com a introdução, em 2004, do novo modelo do setor elétrico (VEIGA *et al.*, 2012).

Diante disso, frisa-se a importância do PROINFA no sistema regulatório brasileiro, tendo em vista o incentivo e a diversificação ao uso de outras fontes renováveis de energia na matriz elétrica, com a inserção de projetos eólicos, PCHs e de biomassa no SIN.

#### 2.4.2 Setor Elétrico Brasileiro (SEB)

A atual estrutura do setor elétrico brasileiro foi criada em 2004 com a Lei nº 10.847/2004, que determinou a criação da EPE, e da Lei nº 10.848/2004, que instituiu um novo modelo de regulamentação de comercialização de eletricidade (GAVINO, 2011). Essas leis mantiveram a responsabilidade de formulação de políticas para o setor ao Poder Executivo Federal, por meio do MME com o assessoramento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e do Congresso Nacional; assim como, preservaram a ANEEL e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (ANEEL, 2008). Dentre as alterações do modelo institucional, destacaram-se a criação da EPE, da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE).

O CNPE, órgão vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, tem como objetivo propor ao presidente da república as políticas nacionais e medidas específicas relativas ao setor energético; enquanto que a ANEEL, autarquia sob regime especial vinculada ao MME, tem como objetivo regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal.

O MME, responsável pela formulação do planejamento e implementação de ações do Governo Federal no âmbito da política energética nacional, atualmente, tem como empresas vinculadas a Eletrobrás, que controla as empresas Furnas Centrais Elétricas S.A., Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), Companhia de Geração Térmica de Energia

Elétrica (CGTEE), Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (Eletrosul) e Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear); e a Petrobrás, ambas de economia mista. Já as autarquias vinculadas ao Ministério são: a ANEEL, a Agência Nacional do Petróleo e Gás (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (MME, 2018).

A EPE, vinculada ao MME, tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético. Entre outras atribuições, a EPE também é responsável pela elaboração de estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazo, além de desenvolver estudos para avaliar e incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, a exemplo da energia eólica (CCEE, 2018).

O ONS, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, objetiva executar as atividades de coordenação e controle da operação de geração e transmissão no âmbito do SIN, cabendo operá-lo de forma integrada, com transparência, equidade e neutralidade, garantindo a segurança, a continuidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica no país (ONS, 2017a).

Ademais, outros agentes setoriais também fazem parte da estrutura institucional do setor elétrico e apresentam funções distintas, como os agentes geradores, que operam plantas de geração e prestam serviços similares; agentes de transmissão, que são detentores de concessão para transmissão de energia elétrica e de distribuição; agentes importadores, titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão para importação de energia elétrica; agentes exportadores, titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão a exportação de energia elétrica; comercializador da energia de Itaipu, uma entidade binacional que se dá pelo relacionamento entre Brasil e Paraguai e segue tratados internacionais específicos; e consumidores livres, que tem opção de escolher seu fornecedor de energia elétrica (ONS, 2017b).

A CCEE, criada em substituição ao Mercado Atacadista de Energia (MAE), é uma associação civil integrada por agentes das categorias de geração, distribuição e comercialização com a finalidade de viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica, registrando e administrando contratos firmados entre geradores, comercializadores, distribuidores e consumidores livres.

O CMSE monitora e avalia as condições de segurança e continuidade do suprimento de energia no país, sendo formado por representantes do MME e diretores de órgãos como: ANEEL, ANP, CCEE, EPE e ONS.

A Figura 8 apresenta a configuração da estrutura institucional do setor elétrico brasileiro.

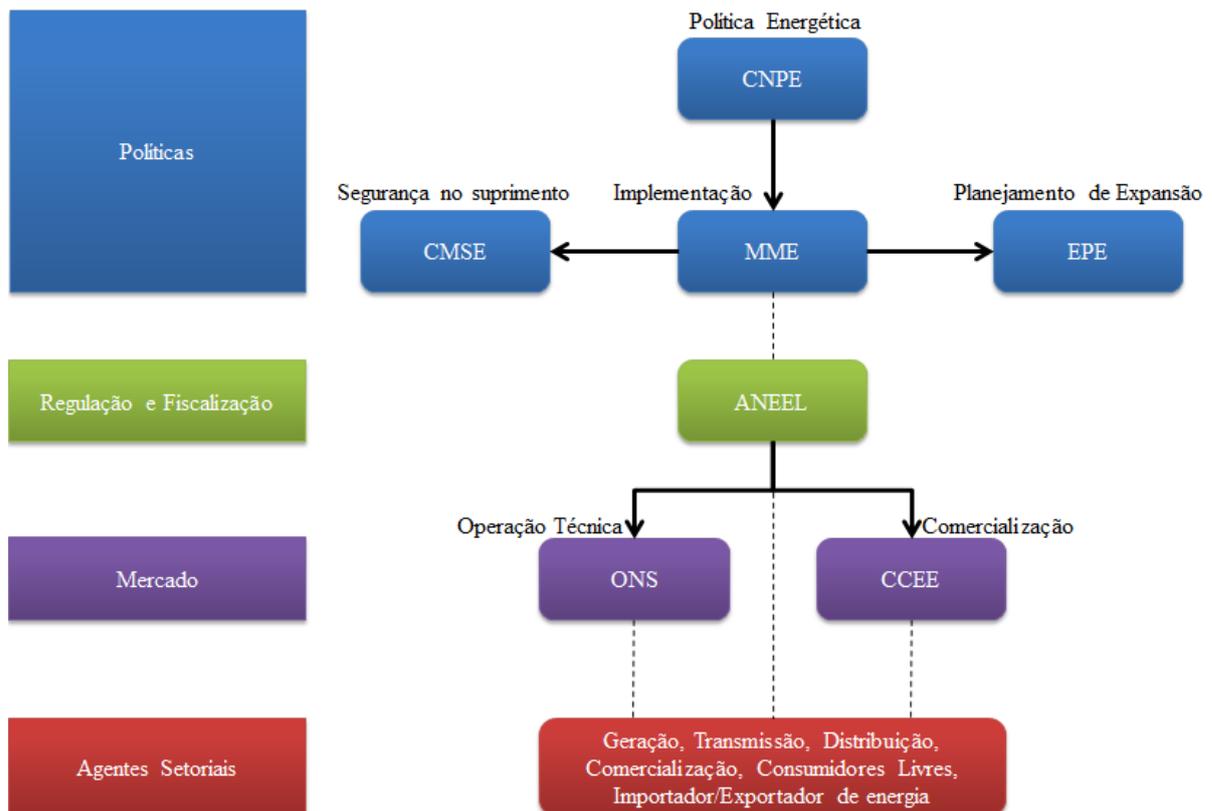


Figura 8 – Estrutura institucional do setor elétrico brasileiro.

**Fonte:** Adaptado de ANEEL (2008) e ONS (2017b).

#### 2.4.2.1 Aprimoramento do Marco Legal do Setor Elétrico: compilação das contribuições da Consulta Pública nº 5/2017 do MME

As pressões atualmente exercidas pelos fenômenos tecnológicos e socioambientais têm estimulado mudanças no quadro regulatório do setor elétrico a nível mundial, tendo em vista a necessidade de manter o pleno funcionamento da indústria elétrica e dos modelos prevalentes de negócio.

Diante disso, com o intuito de impossibilitar o esgotamento do modelo regulatório e comercial vigente no Brasil, pretendendo construir uma visão de futuro que leve a um modelo

adaptado às pressões externas às quais o setor elétrico brasileiro é exposto e que garanta sua sustentabilidade no longo prazo, o MME e suas empresas vinculadas têm buscado o aprimoramento da estrutura legal, institucional e regulatória do setor elétrico.

Os elementos básicos para alcançar essa visão de futuro estão baseados nos desafios atuais que o setor enfrenta, a exemplo da modicidade tarifária, segurança de suprimento e sustentabilidade socioambiental; incentivos econômicos; confiança em sinais econômicos como mecanismo de promoção de decisões; remoção de barreiras participação de agentes no mercado; respeito aos contratos vigentes; e observância dos requisitos formais e dos papéis de cada instituição (MME, 2017).

Para determinar ações viáveis e concretas para o aprimoramento do modelo legal, regulatório e comercial do SEB, o MME colocou em consulta pública os relatórios “Princípios para Reorganização do Setor Elétrico Brasileiro” e “Proposta de aprimoramento do marco legal do setor elétrico”, trazendo os conceitos para aprimoramento da estrutura legal, institucional e regulatória do setor.

As propostas para os aprimoramentos regulatórios, cujo conceito também advém de uma série de contribuições da Consulta Pública, foram divididos em quatro grupos: (1) decisões que orientam a reforma e elementos de coesão; (2) aumento da flexibilidade de aspectos do modelo do setor elétrico; (3) alocação adequada de custos entre os agentes; e (4) medidas de sustentabilidade (MME, 2017). A compilação das contribuições apresentadas na Consulta Pública nº 5/2017 do MME para o aprimoramento do marco legal do setor elétrico são apresentadas a seguir.

O primeiro grupo, composto pelos compromissos de reforma e elementos de coesão, inclui reforços explícitos a mecanismos já existentes destinados a atuar como contrapartidas às alterações fundamentais do modelo. O primeiro ponto a ser apresentado neste grupo se refere à autoprodução de energia, cuja proteção aos riscos de flutuação no custo é relevante no ramo de negócios em que atuam, além da figura da autoprodução ser carente de uma previsão legal que ajuste adequadamente os contornos e as diretrizes que equilibrem seus benefícios e ônus.

Este tema é considerado como elemento de coesão associado à ampliação do mercado livre, além disso, ele tange a alocação adequada de custos e a racionalização de incentivos, com esclarecimento das regras de enquadramento de forma que a decisão de se tornar um autoprodutor não seja interpretada como uma mera alternativa ao não pagamento de determinados custos do setor elétrico.

Ainda inserido neste grupo está a redução dos limites de acesso ao mercado livre. Este está atrelado à crescente evolução tecnológica com impactos sobre a participação do consumidor na cadeia de decisões do setor. Nesta proposta há também a definição clara de uma fronteira entre os mercados atacadista e varejista, evitando uma proliferação de agentes diretamente representados na CCEE, que apesar de constituir uma barreira para migração, trata-se de uma medida necessária na formação de um ambiente de atacado com garantias financeiras e liquidação menos arriscada, exigindo responsabilidades do segmento de comercialização.

O segundo grupo está associado às medidas de destravamento. Dentre elas, cita-se, inicialmente, o destravamento da obrigação de contratação. Esta proposta possibilita a redução da obrigação de contratação dos consumidores pelo MME, funcionando como um elemento de flexibilidade para a comercialização de energia.

A outra proposta de destravamento está associada à redução de custos sistêmicos no gerenciamento de pagamentos e recebimentos das instalações de transmissão, trazendo como possibilidade a criação de uma liquidação centralizada da transmissão, desde que a mesma resulte na redução do custo sistêmico.

Ainda neste grupo estão as regras comerciais para máximo acoplamento entre formação de preço e operação, que funcionam como um instrumento de flexibilidade com a possibilidade do sistema trabalhar com modelos de despacho centralizado por custo ou por oferta de preço dos agentes.

Outras questões também colocadas são referentes aos casos das possibilidades de oferta de preços também para prestação de serviços auxiliares e das garantias financeiras preverem aporte diário para fechamento de posições, além da alteração do dispositivo que prevê o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) para mitigação do risco hidrológico como item a ser considerado na operação.

Na mesma direção da proposta anteriormente feita para centralização dos pagamentos e recebimentos da transmissão, propõe-se a centralização dos contratos regulados de energia. Nesse caso, os benefícios da centralização permitem uma administração mais eficiente dos contratos legados, devido às compensações mais instantâneas de posições contratuais das quantidades demandadas pelas distribuidoras e por distribuir melhor os efeitos de eventuais reduções das energias compulsórias ou da aplicação de mecanismos de alívio de sobrecontratação, sendo este um elemento importante para lidar com a ampliação do mercado livre.

O último tema a ser tratado neste grupo é a confiabilidade, que está ligada à possibilidade de estabelecer um mecanismo capaz de corrigir, inicialmente, a alocação dos custos relacionadas ao produto, que, na ausência da resposta da demanda por todos os consumidores, é um bem comum e, portanto, deve ser custeado por todos seus beneficiários.

Com relação ao terceiro grupo, composto pela alocação de custos e pela racionalização, esse tema aborda a administração dos efeitos da ampliação do mercado livre e serve de fundamento para a transição do modelo comercial, com redução da rigidez dos contratos presentes no segmento regulado. Esta proposta evita a necessidade de estabelecimento de parâmetros regulatórios de desagregação do preço atualmente praticado nos contratos legados (*unbundling*), que seria um mecanismo artificial de realocação de custos, dispensando a alocação dos legados como energia compulsória aos agentes de mercado. Assim, o excesso de energia associado à migração pode ser vendido pelo preço que o mercado estiver pagando, conforme prazos e características a serem reguladas pela ANEEL, e ter seus resultados neutralizados de forma sistêmica.

O segundo tema associado a este grupo envolve compromissos que se comunicam com a revisão dos incentivos às fontes renováveis, com a geração distribuída e com a valoração adequada das externalidades providas pelas diversas alternativas de suprimento, ampliando as possibilidades de precificação dessas externalidades e benefícios em substituição aos subsídios e modelo inadequados atualmente presentes.

Os subsídios às fontes incentivadas possuem forte vínculo com a correção dos incentivos à migração para o mercado livre, com os esforços de valoração explícita de atributos, benefícios e externalidades das fontes, além da melhor representação do preço em termos espaciais e temporais. Assim, a primeira dimensão da proposta é alterar a sistemática de incentivo, na qual prevê-se o pagamento de um prêmio de incentivo associado à energia fisicamente produzida por cada empreendimento incentivado; e a segunda dimensão da proposta, concerne no estabelecimento de um prazo final para a concessão de prêmios de incentivo.

A racionalização de descontos na Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) trata da uniformização de alguns descontos pagos pela CDE, com percentual fixado em atos infralegais, e da criação de condicionantes para esses descontos, permitindo a comparação das diversas políticas públicas que recaem sobre a conta de energia, além do estabelecimento de um teto por unidade de desconto concedida e um limite global para os descontos infralegais.

O último tema desse grupo diz respeito às questões relativas a contratos regulados de energia, propondo recuperar a separação dos conceitos de quantidade e disponibilidade e colocando a contratação por quantidade como modalidade preferencial, além de caracterizar melhor o risco de exposição envolvido em cada tipo de contratação, que decorre da compra no mercado de curto prazo para atendimento ao contrato em função de o vendedor não ter sido despachado pelo operador do sistema. Além disso, é proposta a medida de eventual descomissionamento econômico de usinas termelétricas com custo variável unitário de operação superior ao preço teto do mercado de curto prazo, pois os efeitos tarifários de eventual exposição decorrente dessa desconstrução tendem a ser mais baratos do que o custo de execução do contrato.

Por fim, o grupo quatro trata sobre as medidas de sustentabilidade e desjudicialização, cujo tema emerge como medida para reduzir os litígios judiciais, além de atuar distributivamente na alocação de custos entre usuários da rede, atenuando os efeitos da cobrança de encargos associada ao volume de energia consumida.

A antecipação da CDE, outro fator abordado neste grupo, é importante como medida de recuperação da economia real e equilíbrio em relação ao tratamento dos contratos legados. Essa antecipação envolve a trajetória de incorporação dos encargos setoriais no cálculo das tarifas dos sistemas recém interligados até 2023. Também são ajustados os comandos da CDE para incluir a possibilidade de pagamento do prêmio de incentivo das fontes renováveis em substituição ao desconto, e o pagamento de cotas associada a novas outorgas de geração ligadas ao processos de privatização.

Com relação à prorrogação das usinas hidrelétricas, o arranjo atual prevê que usinas com capacidade instalada de até 50 MW devem ser outorgadas por autorização, uniformizando os tratamentos e compatibilizando todas as situações ao regime aplicável às novas outorgas.

Outra proposta está relacionada à desjudicialização do risco hidrológico, cuja abordagem está em retroagir a 2013, com compensação mediante extensão de prazo de outorga, a compensação pelo deslocamento hidrelétrico causado pela Geração Fora da Ordem de Mérito (GFOM), com alcance a toda a energia não repactuada e cujo titular não tenha ação judicial.

Por fim, o último tema a ser apresentado é uma proposta de desjudicialização para duas outras questões regulatórias: o pagamento das cotas de CDE e dos encargos de serviços

de sistema. Trata-se de oferta de parcelamento de débitos pendentes, sem aplicação de multa, mediante desistência de ações judiciais.

Diante das propostas apresentadas, nota-se que o setor elétrico brasileiro está em transformação. A ideia desta proposta de reforma do setor está basicamente atrelada à privatização de usinas hidrelétricas da Eletrobrás, visando maior facilidade para a participação no mercado aberto de energia e maior participação de quatro fontes renováveis: eólica, solar, biomassa e hidrelétrica a fio d'água (sem reservatório próprio).

#### 2.4.3 Comercialização de energia elétrica

O modelo vigente de comercialização de energia elétrica no Brasil foi estabelecido durante a reforma do setor elétrico brasileiro ocorrida em 2004 com a publicação da Lei Federal nº 10.848/2004, que estabelece que a comercialização de energia elétrica deve ser realizada em duas esferas de mercado: Ambiente de Contratação Livre (ACL) e Ambiente de Contratação Regulada (ACR), sendo que todos os contratos, independentemente do segmento, são registrados na CCEE e servem de base para a contabilização e liquidação das diferenças no mercado de curto prazo.

O ACL é segmento do mercado de contratação no qual os geradores a título de serviço público, autoprodutores, produtores independentes, comercializadores, importadores e exportadores de energia e consumidores livres e especiais têm liberdade para negociar e estabelecer em Contratos de Compra de Energia no Ambiente Livre os volumes de compra e venda de energia, seus respectivos preços, volume e prazos de suprimento (CCEE, 2018).

Já o ACR é o segmento em que são realizadas as operações de compra e venda de energia elétrica na modalidade leilão, promovido pelo governo e precedido de licitação, ressalvado os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos. Os agentes participantes deste ambiente são os geradores, comercializadores e os distribuidores, que formalizam suas relações comerciais por meio de Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR), que apresentam regulação específica para aspectos como preço da energia, submercado de registro do contrato e vigência de suprimento, os quais não são passíveis de alterações bilaterais por parte dos agentes (CCEE, 2018).

Cabe destacar que os leilões de energia são a principal forma de contratação no Brasil, e a CCEE, por delegação da ANEEL, tem o papel de realiza-los. O Brasil adotou a

modalidade de leilões como ferramenta de planejamento para expansão de energia elétrica a ser aplicada em fontes renováveis de energia, cujas principais vantagens referem-se à sua transparência, à busca pelo preço justo e à minimização de eventuais conspirações, uma vez que incentivam que o maior número possível de licitantes participe da competição.

Por meio desse mecanismo, é possível contratar energia elétrica necessária para assegurar o pleno atendimento da demanda futura. Nestes leilões, os geradores competem entre si para vender a energia gerada por uma usina existente ou por um empreendimento a ser construído, sendo o critério de menor tarifa (menor preço por energia vendida em R\$/MWh) utilizado para definir os vencedores.

Para que os investidores consigam participar dos leilões é necessário que seus projetos sejam habilitados pela EPE por meio do cadastro no sistema deste órgão, que avaliará se eles estão aptos a participar. Cabe destacar que os leilões são realizados na plataforma virtual da CCEE, e, normalmente, apresentam duas fases principais, sendo a primeira relativa aos decréscimos dos preços de venda, que ocorre até que a oferta de energia seja menor que a demanda; e a segunda, na qual os investidores fazem sua oferta final. Por fim, são designados os vencedores de acordo com o preço de venda mais barato e ordem decrescente de lances.

Ademais, os leilões de energia elétrica voltados para a fonte eólica possuem diferentes horizontes de contratação. O Leilão de Energia Nova (LEN), no qual são vendidas e contratadas energia de usinas que ainda serão construídas, tem como finalidade atender ao aumento de carga das distribuidoras e são comumente classificados em A-3 e A-5, sendo que os dígitos 3 e 5 correspondem ao período entre o ano de realização do leilão e a data de entrega da energia contratada (CCEE, 2018).

Já o Leilão de Fontes Alternativas (LFA) visa atender ao crescimento do mercado no ambiente regulado e aumentar a participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira; enquanto que o Leilão de Energia de Reserva (LER) visa elevar a segurança no fornecimento de energia elétrica no SIN por meio da contratação de um volume de energia além daquele estimado para suprir à demanda do país, para ser utilizada como reserva de garantia física ao sistema elétrico (CCEE, 2018).

Ademais, cabe destacar que o MME, por meio da Portaria nº 293/2017, anunciou a intenção de realizar leilões com prazos mais longos, passando a ser denominados A-4 e A-6, tendo em vista que o tempo anteriormente estabelecido não tem sido suficiente para a entrega dos projetos devido à necessidade de alguns meses para iniciar as obras e aos atrasos no licenciamento ambiental e demais trâmites.

Em dezembro de 2017 foram realizados dois leilões de Energia Nova A-4 e A-6. O Leilão A-6/2017 apresentou 49 parques eólicos contratados (773,600 MW médios), com preço médio de R\$ 98,6/MWh, e o A-4/2017 contratou apenas duas usinas eólicas (35,6 MW médios), com preço médio de R\$ 108/MWh (COSTA, 2017).

#### 2.4.4 Mecanismos de incentivos governamentais

Com o objetivo de estimular a inserção da energia eólica em sua matriz energética, assim como atrair investimentos neste setor, o Brasil adotou alguns benefícios fiscais. Dentre eles, destaca-se, inicialmente, a isenção da incidência de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) nas operações com equipamentos e componentes para aproveitamento da energia eólica, como reguladores, controladores, componentes internos e torres para suporte de gerador eólico, por meio do Convênio nº 101/97 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que se encontra vigente até 31 de dezembro 2028 (CONFAZ, 2018).

Outro benefício fiscal de relevância foi estabelecido por meio da Lei nº 11.488/2007 e regulamentado pelos Decretos nº 6.144/2007 e nº 274/2013, criando o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), que suspende a exigência da contribuição para o Programa de Integração Social (PIS) e de formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) nas aquisições e importações de bens e serviços vinculados a projetos de energia, sendo o segmento de geração de energia eólica um dos beneficiários mais importantes.

Há também benefícios nas tarifas de transmissão e distribuição, conforme disposto na Lei nº 10.762/2003, regulamentada pela Resolução Normativa nº 77/2004 da ANEEL, que permite desconto de 50,0% para empreendimentos de geração por PCHs, biomassa, solar e eólica.

Ademais, o incentivo para aquisição de máquinas e equipamentos (Financiamento de Máquinas e Equipamentos, FINAME) é produto financeiro do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e desempenha um papel fundamental no financiamento de projetos de energia eólica, sendo considerado um dos principais indutores do desenvolvimento da cadeia produtiva deste setor no Brasil.

No início da implantação de empresas do setor eólico brasileiro, o sistema FINAME exigia apenas como conteúdo local a fabricação de alguns pequenos itens e de pás e torres,

devido à sua grande dimensão e massa, alto custo e natureza pouco tecnológica de produção. Desta forma, era comum, por parte das montadoras, a importação quase total da nacele e do cubo, considerando que não era interessante a instalação de fábricas de produção no país (TOLMASQUIM, 2016). Esta metodologia exigia um índice de nacionalização mínimo de 60,0%, que era calculado com base na relação entre o valor dos componentes nacionais e o preço de venda do aerogerador, excluindo-se o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e o ICMS.

A partir de dezembro de 2012 o BNDES divulgou novas regras para o credenciamento e verificação de conteúdo local de aerogeradores fabricados no Brasil. Estas previam, diferentemente da metodologia anterior que trabalhava com índice mínimo de nacionalização, o estabelecimento da metodologia específica para credenciamento e apuração do conteúdo local para aerogeradores, no qual os fabricantes passaram a cumprir critérios mínimos de fabricação a cada marco (BNDES, 2012).

Sendo assim, a nova metodologia FINAME estabeleceu metas físicas, com ampliação progressiva da quantidade de componentes nacionais nos equipamentos, a ser cumpridas de acordo com um cronograma previamente estabelecido que teve início em janeiro de 2013 e fim em janeiro de 2016. Para realizar o credenciamento no marco inicial, os fabricantes de aerogeradores deveriam atender ao menos a três dos quatro critérios listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas físicas e conteúdo local a ser cumpridos pelo fabricante.

<b>Com caixa multiplicadora</b>	<b>Sem caixa multiplicadora</b>
i) fabricação das torres no Brasil, com pelo menos 70,0% das chapas de aço feitas no país ou concreto armado de procedência nacional;	i) fabricação das torres no Brasil, com pelo menos 70% das chapas de aço feitas no país ou concreto armado de procedência nacional;
ii) fabricação das pás no Brasil em unidade própria ou de terceiros, considerando como fabricação o processo pelo qual as matérias-primas (resina, tecido de fibra de vidro, madeira balsa, etc.) são transformadas no produto final acabado e pronto para uso;	ii) fabricação das pás no Brasil em unidade própria ou de terceiros, considerando como fabricação o processo pelo qual as matérias-primas (resina, tecido de fibra de vidro, madeira balsa, etc.) são transformadas no produto final acabado e pronto para uso;
iii) montagem do cubo no Brasil, com fundido de procedência nacional (fundido, usinado e pintado no país);	iii) fabricação do gerador no país em unidade própria, com núcleo magnético de chapas de aço-silício e bobinas de cobre de procedência nacional.
iv) montagem da nacele no Brasil, em unidade própria.	iv) montagem da nacele no Brasil, em unidade própria.

**Fonte:** Adaptado de BNDES (2012).

Após o último marco, em janeiro de 2016, o nível de fabricação implementado e o conteúdo local obrigatório nos aerogeradores foram modificados conforma apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Nível de exigência em janeiro de 2016.

i) fabricação das torres no Brasil, em unidade própria ou de terceiros, com, pelo menos, 60,0% da quantidade dos forjados de procedência nacional;
ii) fabricação das pás no Brasil, em unidade própria ou de terceiros, com índice de nacionalização mínimo de 60,0% em peso (nacionalização das matérias-primas);
iii) montagem do cubo no Brasil e com alguns componentes fabricados no Brasil;
iv) montagem da nacelle no Brasil, em unidade própria, com, no mínimo, 12 componentes fabricados no Brasil dentre a lista definida.

**Fonte:** Adaptado BNDES (2012).

Cabe ressaltar que o FINAME tem contribuído para que as empresas multinacionais não sejam apenas montadoras de aerogeradores, mas também fabriquem localmente estes equipamentos, uma vez que o referido programa confere ao produtor de aerogeradores e componentes nacionais uma vantagem comparativa, dado que o seu comprador (em geral, o proprietário do parque eólico) disporá de melhores condições de financiamento para a aquisição do bem (COSTA *et al.*, 2009).

Embora os leilões de energia eólica não estabeleçam requisitos quanto ao conteúdo local dos equipamentos a serem utilizados pelas geradoras de energia, grande parte dos parques eólicos brasileiros é financiada pelo BNDES, que apenas pode conceder opções mais atrativas de financiamento aos compradores quando os equipamentos a serem adquiridos por estes forem nacionais e estiverem credenciados em sua linha de financiamento FINAME (LAGE; PROCESSI, 2013).

Sendo assim, com a evolução das exigências adotadas pelo FINAME a cada marco e com a participação da energia eólica nos leilões, o Brasil conseguiu atrair alguns dos principais fabricantes de aerogeradores, além de gerar oportunidades para empresas genuinamente brasileiras.

À luz disso, é necessário destacar que apesar do BNDES assumir o papel estratégico na política macroeconômica do governo, esta estratégia de estimular o setor produtivo com subsídios acarretou em um significativo custo fiscal (TELES, 2016; BECK, 2017). Diante disso, o governo necessitou mudar a forma de atuação do BNDES, tentando aproximar as taxas subsidiadas das taxas de mercado, reduzindo substancialmente os recursos disponibilizados, a exemplo de 2017, no qual o volume de recursos desembolsados

representou uma queda de 20,0% em comparação ao montante do ano anterior (BOCHINI, 2018).

## 2.5 A INDÚSTRIA EÓLICA NACIONAL

O desenvolvimento da indústria de energia eólica do Brasil experimentou quatro períodos, sendo estes: estágio inicial (1990-2003), fase de estabelecimento de industrialização (2004-2008), estágio de produção escalável (2009-2011) e etapa de instabilidade (2012-atual).

A primeira fase foi dada na década de 1990, dedicada mais à P&D, quando o Brasil começou a explorar os recursos de energia eólica ainda de forma muito incipiente, com o surgimento dos primeiros projetos (SEICERA *et al.*, 2013). Apesar do mercado não estar estruturado nesse período, foi nesta fase que ocorreu o surgimento da primeira geração da indústria de aerogeradores, com a instalação da Tecsis, em 1995, fabricando pás em Sorocaba/SP, e da Wobben, subsidiária da Enecom, instalada também em Sorocaba com a finalidade de produzir aerogeradores; ambas atendendo ao mercado externo (PODCAMENI, 2014a).

A segunda fase é dada a partir de 2004, com a criação do PROINFA, no qual os primeiros projetos se tornaram comerciais, mesmo sendo todos subsidiados (GANNOUN, 2015). Esta é considerada uma primeira tentativa de política industrial associada ao setor, tendo em vista que um dos requisitos do PROINFA, baseado no BNDES, era que 60,0% do investimento do projeto deveria ser de origem nacional. Como no caso da energia eólica, só o aerogerador corresponde a 70,0%-80,0% do custo do projeto, logo, obrigatoriamente, o equipamento deveria ter origem nacional (ABDI, 2014).

Este requisito impulsionou a indústria a se implantar no Brasil, pois o cenário industrial na época contava apenas com a Wobben atendendo à esta exigência e capaz de obter o financiamento (PODCAMENI, 2014a). Desta forma, o lançamento do programa em 2004 e a expectativa dos projetos a serem implantados em 2006 resultaram em um excesso de demanda e incapacidade de entrega, gerando uma série de problemas para o atendimento das exigências (CHAVES-SCHWINTECK; NEDDERMANN, 2012).

Em consequência desta sobrecarga e incapacidade de atendimento local, houve um aumento da possibilidade de produção do Brasil, tornando o mercado nacional atrativo. Diante deste cenário, novas empresas vislumbraram a possibilidade de expansão e se instalaram no país, a exemplo da argentina IMPSA, que se instalou em Pernambuco, e a

indiana Suzlon, no Ceará, marcando a segunda geração de fabricantes (CHAVES-SCHWINTECK; NEDDERMANN, 2012).

Diante disso, entre os anos de 2004 e 2008 a implantação de fábricas e de algumas empresas da cadeia que se estruturaram para atender este mercado foram impulsionadas pelo PROINFA (TOLMASQUIM, 2016). O Brasil começou a estabelecer sua base industrial inicialmente em São Paulo, pois a indústria aeronáutica, que é a base da indústria eólica, estava concentrada nessa região, seja pela EMBRAER ou pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (PODCAMENI, 2014a). Esta concentração de empresas atraiu o estabelecimento de novos entrantes no entorno, gerando um grande polo de desenvolvimento de produtos ligados à energia eólica (ABDI, 2014).

Outro fator relevante associado à atração das empresas, discutido por Gannoum (2015), está relacionado à crise econômica a partir de 2008, que atingiu fortemente os mercados mais maduros produtores de energia eólica, a exemplo da Espanha, havendo uma grande ociosidade internacional. Logo, as empresas identificaram que o mercado brasileiro poderia ser estável e que a ociosidade que existia poderia justificar a transferência de seus ativos. Desta maneira, este evento corroborou também com a queda de preços do aerogerador e propiciou a competitividade do mercado brasileiro (SEICERA *et al.*, 2013).

Em 2009, iniciou-se a terceira fase, na qual o cenário brasileiro apresenta uma base industrial mais consolidada, com alguns pontos incipientes. Neste ano, tem-se o primeiro leilão destinado exclusivamente à energia eólica, que apesar de não apresentar nenhuma exigência com relação à origem ou procedência de máquina, o órgão financiador, BNDES, continuava trabalhando com a mesma regra definida desde 2004, que estabelecia a compra do equipamento com 60,0% do seu valor de origem e do seu peso em estrutura nacional (TOLMASQUIM, 2016). No caso do aerogerador, para que ele fosse considerado nacional, era necessária a produção basicamente da estrutura metálica, desconsiderando a parte mais complexa e central do equipamento (ABDI, 2014).

Mesmo diante deste cenário, o mercado superou as expectativas em 2009, pois em um único ano, por meio do 1º leilão, foi obtida a contratação de 1.805,70 MW, que representava mais do que todo o histórico brasileiro, de apenas 1.400 MW (ANEEL, 2018a). Desta maneira, o ano de 2009 encerrou com grandes expectativas de expansão para este mercado.

Em 2010 foram realizados mais dois novos leilões, adicionando, apenas neste ano, 2.047,80MW ao mercado que tinha sido durante seis anos de apenas 3.205,70MW (ANEEL,

2018a), mantendo um padrão de contratação. Com essa rápida ascensão, automaticamente nota-se que a base instalada de mercado é insuficiente para atender à demanda, sendo necessários novos entrantes. Neste momento, se inicia uma corrida desenfreada para atração de empresas ligadas à área de energia eólica no mercado brasileiro, marcando a terceira geração da indústria de aerogeradores (CHAVES-SCHWINTECK; NEDDERMANN, 2012).

Ademais, o fator determinante para atração das empresas do setor eólico a se instalarem no Brasil foi a perpetuação do mercado nos anos de 2009, 2010 e 2011, tendo em vista que ao se analisar a energia contratada nesses três anos, representada por 1.805,70 MW, 2.047,80 MW e 2.904,40 MW (ANEEL, 2018a), o resultado obtido foi muito superior ao contratado na década anterior, demonstrando a existência do mercado e grandes possibilidades de crescimento.

Em 2012, o BNDES mudou sua metodologia baseado em outro modelo de sucesso: a indústria automobilística, revendo a política de conteúdo local e deixando de exigir 60,0% de peso e de valor, passando a requerer quais itens deveriam ser produzidos no Brasil (PODCAMENI, 2014b). Esta alteração foi fundamental para o crescimento da cadeia, pois proporcionou a produção de itens mais tecnológicos e complexos e abriu novas oportunidades de mercado (TOLMASQUIM, 2016).

As empresas eólicas passaram a procurar fornecedores que eram de outros segmentos, e que foram reorientados ou receberam especificação de um produto, de acordo com determinado parâmetro para atender o mercado eólico (ABDI, 2014). Da mesma forma, outras fábricas realmente foram implantadas apenas para atender esse segmento, a exemplo das fábricas de torres, que passou a ter exigência de conteúdo local, devendo comprar de fornecedores produzidos no Brasil (SEICERA *et al.*, 2013).

Esta nova metodologia, apesar de ter possibilitado a abertura de novas oportunidades de mercado, culminou na criação de monopólios, a exemplo da indústria de aço USIMINAS, que disparou os preços das chapas, já que é um mercado obrigatório e cativo, e evidenciou o problema sério associado ao fornecimento de produtos, tendo em vista que elementos considerados simples de produzir não eram fabricados no país e não justificava uma empresa estrangeira importar, a exemplo das escadas para o perfil da indústria eólica (ABDI, 2014).

Ademais, diante da expressividade do setor entre os anos de 2009 e 2011, o ano de 2012 apresentou um grande empecilho para os empresários investirem na expectativa desse mercado, marcando o início da quarta fase do desenvolvimento dessa indústria (ABDI, 2014). Isto é decorrente da redução de investimentos, com a contratação de apenas 281,90 MW, e do

inesperado crescimento e decréscimo nos anos seguintes, de 4.710,60MW em 2013, e 2.245,65MW em 2014 (ANEEL, 2018a). Essa grande variabilidade demonstra a baixa possibilidade de consolidação do mercado e dificulta aos empresários a previsibilidade de produção (PFEIFER, 2017).

Nos anos seguintes os investimentos permaneceram reduzidos devido aos efeitos da crise econômica sob o setor elétrico. Como o setor elétrico estrutura a oferta de energia em função da demanda por eletricidade e essa última foi reduzida em função da recessão econômica, diminuiu-se a necessidade de oferta de energia e, conseqüentemente, os investimentos na expansão de novos projetos, pois os existentes são considerados suficientes para o atendimento da demanda (PDE, 2017).

Desta maneira, no ano de 2015, por exemplo, houve leilão, porém o mesmo não teve expressividade, com uma baixa demanda contratada (1.177,00 MW). Já em 2016, com o cancelamento do único leilão que aconteceria em dezembro, e em meio à instabilidade econômica no país, o planejamento do setor para os anos de 2019 e 2020 ficou comprometido (PFEIFER, 2017).

Somado a isso, cabe destacar o recuo nos generosos financiamentos do BNDES, associados à redução no ritmo de contratação de novas usinas, podem resultar na paralização das fábricas que se instalaram no país, prejudicando fortemente toda a cadeia produtiva, tendo em vista que este é considerado o único financiamento viável ao setor no atual cenário, diante das taxas proibitivas ofertadas pelos bancos privados (COSTA, 2016).

Estas inconstâncias e incertezas acarretaram insegurança aos empresários, já que sem as contratações diminuiu-se a demanda por equipamentos eólicos, podendo propiciar o encerramento das atividades de suas fábricas em um momento delicado de consolidação. Diante deste cenário, os fabricantes existentes decidiram prospectar alternativas para serem prejudicados o mínimo possível com os efeitos inerentes da crise e voltaram a sua produção para o mercado externo, já que a demanda interna não tinha perspectiva de melhoria (GAYLORD, 2017).

Apesar do atendimento interno ser mais lucrativo devido aos custos logísticos que são muito relevantes neste tipo de atividade, esta alternativa pode abrir novas possibilidades ao mercado nacional, como o possível desenvolvimento de novas estruturas portuárias e o reconhecimento de empresas brasileiras no mercado externo (SEICERA *et al.*, 2013).

Neste contexto, com o intuito de possibilitar aos empresários maior estabilidade no mercado, é importante destacar que em 2017 os leilões passaram a funcionar com prazos mais

longos (A-4 e A-6), possibilitando ao investidor maior previsibilidade para a contratação de novos projetos e garantia em longo prazo, criando uma nova perspectiva de retomada da expansão da matriz energética (COSTA, 2017). Apesar desses leilões não serem suficientes para atender todas as necessidades do setor, já que a demanda contratada não foi expressiva, sendo equivalente a apenas 809,2 MW (EPE, 2017b; EPE, 2017c), melhoram as perspectivas diante da decrescente contratação dos últimos anos.

# CAPÍTULO 3

---

## 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados permitiram alcançar os objetivos deste trabalho por meio do levantamento, da coleta, do tratamento e da análise dos dados. A pesquisa realizada é classificada como exploratória, baseada na abordagem qualitativa, uma vez que contou com procedimentos como pesquisa do objeto de estudo, documental e bibliográfica, levantamento e organização dos dados.

Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem por finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Desta maneira, a realização da pesquisa exploratória propicia maior familiaridade com o problema tratado, com o objetivo de torná-lo explícito e elaborar questionamentos relevantes para futuras investigações.

Já o caráter qualitativo do estudo, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), é o resultado do aprofundamento da compreensão de um grupo ou organização, que neste caso trata-se da indústria de aerogeradores, que estabelece interação entre os objetivos buscados, suas orientações teóricas e seus dados empíricos. Neste caso, o foco é obter resultados mais fidedignos possíveis centrados na compreensão e explicação da dinâmica das relações.

Partindo-se dessa prerrogativa, esta pesquisa foi dividida em quatro fases que podem ser caracterizadas como: primeira fase, voltada para construção do modelo de análise; segunda fase, dedicada ao levantamento de informações, dados, relatórios e textos técnicos que descrevem a indústria de aerogeradores no Brasil e na Bahia; terceira fase, voltada à condução de entrevistas junto a especialistas do setor; e, finalmente, a quarta fase, norteadas aos procedimentos para análise e triangulação das informações levantadas com base no modelo analítico da pesquisa.

O aprofundamento da revisão da literatura se baseou fortemente na temática das estratégias e vantagens competitivas adotadas pelas indústrias eólicas, visando à escolha do modelo de análise para avaliação da situação atual desse mercado na Bahia. Esta revisão da literatura foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica com consultas à base de periódicos

da CAPES, livros, artigos científicos nacionais e internacionais, sites institucionais, bem como consultas a teses e dissertações.

Com relação à definição do modelo analítico, inicialmente, foram pesquisados, analisados e identificados os fatores determinantes para a competitividade dessa indústria, conforme discutido na fundamentação teórica desta dissertação. Posteriormente, o modelo de análise foi elaborado por meio da adaptação dos fatores considerados mais importantes para a vantagem competitiva na maioria das indústrias, a partir do modelo “Diamante”, abordado por Porter (1993).

Este modelo foi aplicado de forma a evidenciar que a concentração geográfica de empresas inter-relacionadas, de fornecedores especializados, de prestadores de serviço, de empresas em setores correlatos e de outras instituições específicas (universidades, órgãos de normatização) pode se tornar uma fonte de vantagem competitiva para todas as empresas atuantes nesta indústria, e, inclusive, possibilitar que esta se perpetue ao longo do tempo.

A adoção do modelo analítico dá suporte para o alcance do objetivo geral desta dissertação, que consiste em analisar a organização da indústria de aerogeradores na Bahia e suas perspectivas e necessidades para alavancar este setor.

Nesta dissertação, a utilização dos fatores competitivos abordados por Porter (1993) exigiu algumas adaptações em função das especificidades da indústria eólica, como a inserção da “atuação governamental”, tendo em vista a influência de instituições governamentais no ambiente industrial eólico, já que a produção de eletricidade é regulada fortemente por essas entidades, por se tratar de um setor estratégico da economia de um país, responsável pelo desenvolvimento econômico e social. Além disso, o fator “atuação governamental” também incluiu os “recursos de capital” discutidos por Porter (1993), já que o capital disponível para o financiamento dos empreendimentos nesse setor é, prioritariamente, de origem pública.

Outra adaptação está relacionada ao fator “recursos de conhecimento”, cuja nomenclatura também foi modificada para “tecnologia”, em decorrência do impacto significativo que os avanços tecnológicos desempenham, especialmente, na fabricação de aerogeradores. Isto foi necessário porque é indispensável discutir o papel relevante que o governo e as inovações tecnológicas desempenham no desenvolvimento da indústria eólica.

Por fim, foi adicionado um fator denominado “Mercado”, também advindo da abordagem de Porter (1993), que engloba, de maneira geral, a estrutura da concorrência, as condições de demanda e as indústrias correlatas e de apoio, visando entender como essa indústria está organizada, quem são os atores envolvidos, como eles competem entre si e

avaliar quais as possibilidades de expansão desse setor. Os demais indicadores não sofreram alteração.

Com relação aos elementos presentes em cada fator, a seleção dos mesmos foi baseada nas discussões fornecidas pelos autores no Capítulo 2 desta dissertação, e, também, adaptados por meio das especificidades do mercado e de cada fator competitivo discutido por Porter (1993), visando selecionar os elementos mais relevantes e condizentes à indústria de aerogeradores.

Diante disso, o Quadro 3 exibe de maneira clara e objetiva os fatores mais relevantes desta indústria e apresenta o modelo de análise utilizado nessa pesquisa, seguido pelo Quadro 4, que detalha a análise dos fatores competitivos declarados por meio da descrição para cada elemento do modelo de análise.

Quadro 3 – Modelo de análise da pesquisa.

Conceito	Dimensão	Componente	Elementos
Atração da indústria de aerogeradores para a Bahia	Fatores Competitivos	Mercado	Estrutura da concorrência
			Condições de demanda
			Indústrias correlatas e de apoio
		Recursos Físicos	Potencial Eólico
		Atuação governamental	Incentivos fiscais
			Financiamento público
			Licenciamento Ambiental
		Infraestrutura	Logística/Sistemas de transporte
			Linhas de transmissão
		Recursos Humanos	Qualificação e Capacitação
			Custo de pessoal
		Tecnologia	Pesquisa, desenvolvimento e inovação
			Transferência de tecnologia

**Fonte:** Elaborado a partir de Porter (1993).

Quadro 4 – Descrição dos indicadores da pesquisa.

Dimensão	Componente	Elementos	Descrição
Fatores Competitivos	Mercado	Estrutura da concorrência	Organização do mercado e sua forma de competir
		Condições de demanda	Demanda interna do produto
		Indústrias correlatas e de apoio	Mapeamento da cadeia produtiva
	Recursos Físicos	Potencial Eólico	Influência do potencial eólico sobre as decisões das empresas
	Atuação governamental	Programa de incentivos fiscais	Principais incentivos que propiciam o desenvolvimento do setor
		Financiamento público	Quais financiamentos existentes, como funcionam e sua importância
		Licenciamento Ambiental	Entraves e/ou facilidades existentes para a obtenção do licenciamento ambiental
	Infraestrutura	Logística/Sistemas de Transporte	Análise da infraestrutura disponível (estradas, pontes, portos, ferrovias)
		Linhas de transmissão	Disponibilidade e entraves associados ao escoamento da energia eólica
	Recursos Humanos	Qualificação e Capacitação	Formação profissional dos trabalhadores
			Disponibilidade de mão de obra para atender o mercado
	Tecnologia	Custos de pessoal	Especificidades envolvendo organização sindical
			Desenvolvimento, utilização, melhoria e/ou difusão de uma nova tecnologia
Transferência de tecnologia		Desenvolvimento de uma tecnologia por meio de transferência de tecnologia importada	

**Fonte:** Elaborado a partir de Porter (1993).

A partir do modelo de análise escolhido e adaptado, conforme descrito anteriormente, foi possível estruturar os instrumentos de coleta de dados necessários para a realização da etapa subsequente: análise de conteúdo com base nos documentos analisados na primeira etapa da pesquisa.

Foi tomado o devido cuidado com as fontes de dados dessa pesquisa, visto que a ausência de uma fonte central contendo informações sobre todos os fornecedores e fabricantes instalados no estado dificulta na definição clara das empresas que atuam no mercado. Logo, as fontes para esta análise foram obtidas de documentos oficiais públicos e de acesso aberto referentes aos atores desse mercado, sendo todos considerados autênticos, com credibilidade, representativos, claros e compreensíveis. Esses dados foram complementados com

informações obtidas por meio do levantamento documental dos atores-chave do setor, tais como: ANEEL, CCEE, EPE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), ABEEólica, Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB), SDE, ABDI e BNDES.

As análises bibliográfica e documental objetivaram identificar os possíveis motivos que atraem os fabricantes e fornecedores da indústria de fabricação de aerogeradores a se instalarem na Bahia e as barreiras que dificultam esse processo. Dessa forma, a sistematização das informações foi organizada em planilhas eletrônicas constando os seguintes dados: nome da empresa; localização (cidade); ano de atividade; atividade da empresa e documentos disponibilizados.

A organização dos dados de cada empresa permitiu a caracterização do objeto de estudo da dissertação e, por meio dos documentos identificados e coletados, apoiou a análise dos interesses específicos desta pesquisa. Ademais, foram considerados para efeitos deste estudo apenas as empresas que se encontram já instaladas na Bahia.

A fase seguinte, centrada na realização de entrevistas com os principais atores utilizando roteiro semiestruturado, foi desenvolvida por meio da elaboração dos instrumentos de coleta de dados primários visando atender um dos objetivos desta dissertação, a saber: analisar a influência desses fatores nas estratégias das empresas produtoras de equipamentos eólicos e de seus fornecedores na Bahia.

Para tanto, a partir dos indicadores do modelo de análise utilizado por esta dissertação, foram elaborados quatro roteiros de entrevista para a coleta de dados (Apêndices A, B, C e D), direcionados aos clientes/investidores, fornecedores de peças subcomponentes e componentes de aerogeradores, fabricantes/montadoras de aerogeradores, e por fim, para os órgãos governamentais que promovem o desenvolvimento dessa indústria. As questões contidas nesses instrumentos foram produzidas a partir dos fatores estratégicos do modelo de análise adotado nesta dissertação, sendo que para cada questão há um ou mais elemento associado. A diferença entre os roteiros de entrevista consiste na abordagem do tema, sendo, dentro do possível, abordada as mesmas questões.

Posteriormente, na quarta fase, com o intuito de confrontar todos os dados obtidos por meio das entrevistas realizadas com os clientes/investidores, fornecedores, fabricantes e agentes do governo, e os obtidos na primeira e na segunda etapa, foi feita a seleção, triangulação, análise, interpretação e discussão dos resultados, de acordo com o modelo de análise construído, mediante o uso da técnica de triangulação. Com isso, almejou-se validar a coerência e consistência dos resultados da pesquisa.

Segundo Cresswell (2007), triangulação dos dados é uma técnica que permite criar uma justificativa coerente para os temas, por meio da comparação de distintas fontes de informação, examinando as suas evidências. Desta maneira, com a triangulação de dados é possível verificar se os fatores declarados são realmente os mais significativos e evidenciar as reais motivações que atraem as empresas da indústria eólica para a Bahia.

A metodologia deste trabalho, estruturada de acordo com as quatro fases descritas, é sistematizada no Quadro 5.

Quadro 5 – Fases da pesquisa.

<b>PRIMEIRA FASE</b>
a) Levantamento bibliográfico; b) Definição e descrição do modelo de análise da pesquisa ( <i>framework</i> ).
<b>SEGUNDA FASE</b>
c) Levantamento bibliográfico e documental – avaliar os fatores competitivos mais importantes nesse setor; e d) Identificação e mapeamento das indústrias brasileiras de energia eólica relacionadas com a problemática da pesquisa.
<b>TERCEIRA FASE</b>
e) Organização dos dados da pesquisa – identificar os fornecedores e fabricantes de aerogeradores instalados na Bahia; f) Elaboração dos roteiros de entrevista a partir do <i>framework</i> proposto; g) Realização das entrevistas.
<b>QUARTA FASE</b>
h) Realização da triangulação de dados (entrevista e referencial teórico e documental); i) Análise da indústria de aerogeradores na Bahia e das perspectivas e necessidades para alavancar este setor no Estado

### 3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS

A principal fonte de coleta de dados primários deste estudo consiste na realização de entrevistas semiestruturadas com atores-chave do setor eólico. As entrevistas foram agendadas de acordo com a conveniência dos entrevistados e gravadas pela pesquisadora deste trabalho, nas próprias dependências da organização. Além disso, a pesquisadora anotou alguns dos pontos discutidos.

A fase qualitativa da pesquisa consistiu na elaboração dos roteiros das entrevistas semiestruturadas, destinados a serem aplicadas na cidade de Salvador, Bahia, com os seguintes *stakeholders*: fornecedores de peças, subcomponentes e componentes da indústria de turbinas eólicas, fabricantes de aerogeradores, clientes e representantes do Governo da

Bahia. Esses sujeitos foram escolhidos de forma não aleatória, considerando-se os seguintes critérios: relevância, em virtude do fato de que os *stakeholders* selecionados para responder às perguntas de pesquisa desempenham um papel significativo no setor eólico baiano; e acessibilidade, em decorrência da facilidade de acesso da pesquisadora a eles.

Neste contexto, cabe ressaltar que alguns dos possíveis entrevistados não concordaram em conceder a entrevista por considerarem as informações solicitadas sigilosas. Sendo assim, o Quadro 6 apresenta os três *stakeholders* que consentiram à realização das entrevistas, seu código de identificação, a forma como foi realizada a coleta de dados e a data de aplicação da entrevista.

Quadro 6 – *Stakeholders* selecionados para a realização das entrevistas.

<i>Stakeholders</i>	Código	Compilação de dados	Data da entrevista
<b>Governo</b>	EG1	Gravação	24/08/2017
	EG2	Gravação	24/08/2017
	EG3	Gravação	16/10/2017
	EG4	Gravação	09/10/2017
	EG5	Gravação	09/10/2017
	EG6	Gravação	02/10/2017
<b>Fornecedor</b>	EF1	Gravação	11/06/2018
<b>Clientes</b>	EC1	Gravação	13/12/2017
	EC2	Gravação	16/11/2017

Os instrumentos de coleta de dados foram previamente elaborados em consonância com o referencial teórico apresentado neste trabalho. Em se tratando de uma pesquisa exploratória, as entrevistas foram conduzidas com o objetivo de aprofundar o entendimento acerca do problema a partir de um roteiro de perguntas com flexibilidade suficiente para permitir, com profundidade, a abordagem do tema pesquisado.

Inicialmente foi realizada uma entrevista não estruturada com um ator-chave do setor visando obter uma percepção mais ampla sobre o desenvolvimento da indústria de aerogeradores no Brasil, principalmente na Bahia. Posteriormente, na fase exploratória, a pesquisa se baseou no delineamento das categorias de análise, para cada uma das quais foram eleitas questões do tipo aberta. Para cada *stakeholder* foi elaborado um roteiro de entrevista específico visando investigar sua percepção acerca do ambiente em que as empresas produtoras de aerogeradores estão inseridas.

# CAPÍTULO 4

---

## 4 INDÚSTRIA DE AEROGERADORES NO BRASIL E NA BAHIA

Este capítulo apresenta uma análise sobre a indústria de aerogeradores na Bahia, considerando o modelo analítico apresentado, o levantamento de informações nas pesquisas documental e bibliográfica e os resultados das entrevistas realizadas.

### 4.1 MERCADO

#### 4.1.1 Análise da distribuição da indústria de aerogeradores

A distribuição da indústria brasileira de aerogeradores seguiu diferentes motivações. No início do movimento eólico a produção de equipamentos tinha como foco exclusivo atender ao mercado externo, tanto que a Tecsis e a Wobben decidiram se instalar em São Paulo devido à proximidade da indústria aeronáutica e à disponibilidade de infraestrutura adequada para atendê-los (PODCAMENI, 2014a).

No entanto, com o desenvolvimento do setor eólico no Brasil houve uma mudança de foco, passando a ser prioridade o atendimento do mercado interno; logo, o requisito deixou de ser uma questão portuária e voltou-se à viabilidade logística (VALVERDE, 2017).

Diante disso, devido à baixa qualidade da infraestrutura rodoviária disponível no Brasil, principalmente para a movimentação de equipamentos eólicos, não seria vantajoso para as empresas se localizarem distantes dos parques eólicos, pois, além dos custos com transporte serem elevados, elas correriam o risco dos equipamentos não chegarem ao seu destino final com a qualidade necessária para seu pleno funcionamento (GAYLORD, 2015). Somado a isto, a infraestrutura portuária também não apresentava condições adequadas para a movimentação deste tipo de carga, principalmente diante da quantidade que poderia surgir (VALVERDE, 2017).

Sendo assim, ao analisar esse cenário, as empresas passaram a priorizar a concentração do potencial eólico no país e identificaram que 75,0% do mercado estava centrado na região Nordeste e 25,0% na Sul (CAMARGO-SCHUBERT, 2001; CAMARGO-SCHUBERT, 2013). No Nordeste, os quatro estados que se destacam são: Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Bahia. O Ceará devido ao maior mercado eólico do Brasil naquele momento; Pernambuco, que começou a ter um pequeno movimento de cadeia, com a implantação da IMPSA produzindo desde o PROINFA, e algumas outras empresas do setor, a exemplo da RM fabricante de torres; Rio Grande do Norte devido ao seu grande potencial eólico; e a Bahia, que era uma aposta, pelos indícios futuros de um mercado sólido, principalmente pelo seu grande polo industrial (VALVERDE, 2017).

No entanto, ao identificar as dificuldades existentes com as implantações dos parques eólicos, o Ceará, por conta do licenciamento ambiental, e o Rio Grande do Norte, devido a problemas fundiários (OLIVEIRA NETO, 2016), a Bahia passou a ser um grande terreno a ser explorado, principalmente por ser considerado o berço da industrialização do Nordeste, perpassando por diversos ciclos, a exemplo da década de 50 com a refinaria, na década de 60 com o polo petroquímico e na década de 90 com o polo industrial de Camaçari, além de conter o complexo industrial multissetorial Centro Industrial de Aratú (TEIXEIRA; GUERRA, 2000).

Como o polo de Camaçari inclui empresas de base metalmeccânica, a exemplo do setor automobilístico e petroquímico, e considerando que este campo é a base da indústria eólica, a Bahia, em relação aos outros estados do Nordeste, possuía vantagens, já que teria facilidade de mão de obra e perfil/cultura industrial, além de facilidades com a possível atração de fornecedores (COFIC POLO, 2018).

Ademais, diante da crescente participação da Bahia nos leilões, devido ao seu grande potencial eólico e por conta desta capacidade de geração se concentrar em áreas mais distantes das regiões econômicas do estado, em sua totalidade no interior (SDE, 2018), já que a maior parte dos equipamentos passaria a ser destinada à Bahia, as empresas priorizaram se instalar nesta região, a exemplo da Nordex/Acciona, GE/Alstom e Siemens/Gamesa (GAYLORD, 2015).

A par disso, afirma-se que quando a prioridade passou a ser o atendimento do mercado interno, a maior parte dos fabricantes (montadoras) foi atraída para o Nordeste, principalmente para a Bahia, devido às questões logísticas, já que esta região concentrava a

maior parte dos investimentos e as possibilidades de expansão da cadeia fornecedora de peças, componentes e subcomponentes eólicos, produzidos no seu próprio polo industrial.

Diante disso, o entrevistado EG1 afirma que quando se traz grandes empresas, normalmente, os fornecedores são atraídos para esse mesmo local por uma questão logística. Porém, como a indústria eólica é uma indústria de base metalmeccânica e está muito concentrada em São Paulo e em Minas Gerais (fundidos), as empresas de eólica passaram a desenvolver fornecedores que eram de outros segmentos, por meio da reorientação e/ou especificação do produto de acordo com parâmetro dos desenvolvedores nessas áreas (ABDI, 2014).

A grande maioria desses fornecedores não priorizou a instalação de unidades em outras regiões, permanecendo nestes grandes centros, tendo em vista que do ponto de vista logístico, por se tratar de subcomponentes que apresentam forma de transporte mais simples e múltiplos mercados, é viável que o mesmo seja produzido em São Paulo e encaminhado ao Nordeste (VALVERDE, 2017).

Em consonância com esta afirmativa, o entrevistado EG3 declara que:

EG3: As empresas de peças e subcomponentes dependem fortemente de escala e como não têm o setor eólico como seu único cliente às mesmas priorizam estar próxima à concentração industrial, que está fortemente no centro-sul do País, especialmente em São Paulo.

Em adição, o entrevistado EF1 declara:

EF1: A concentração dos fornecedores está, em grande parte, em São Paulo devido ao acesso a insumos, matérias-primas, e, também, pela especificação dos produtos, tendo em vista que, os fabricantes trabalham com produto customizado para o cliente (montadoras), logo, a disponibilidade de diferentes fornecedores homologados se torna fundamental.

Ainda de acordo com o entrevistado, apesar da proximidade ao mercado produtor (parques eólicos) ser uma vantagem estratégica, já que se reduzem os custos logísticos, é importante salientar que não adianta possuir este potencial atrativo se a Bahia não dispuser de matéria-prima para a fabricação dos produtos. O mesmo complementa que às vezes faz mais sentido estar próximo da matéria-prima do que ter um custo muito onerado em desembaraçar a mercadoria trazendo-a de outro estado.

Para o entrevistado EG6, esta concentração no Sudeste do país é um empecilho considerável para o desenvolvimento da cadeia produtiva na Bahia, destacando que:

EG6: [...] Um dos problemas existentes é que quando uma empresa dessas se instala no país ela realmente ou vem de uma extensão de uma empresa do Sul/Sudeste ou vem de fora com uma filial se implantando no Sudeste. Então normalmente o centro dessas decisões ocorre lá. Logo, quando a empresa se instala na Bahia, já vem quase com o pacote todo pronto, desde a concepção da engenharia e do conceito.

Ainda segundo o entrevistado, é necessário que o governo do estado, por meio dos incentivos que são disponibilizados às empresas, exija contrapartidas que foquem no desenvolvimento de fornecedores e entrantes, visando mitigar estes impactos.

O entrevistado EG3 ainda acrescenta que:

EG3: Os poucos fornecedores de componentes são fruto do baixo desenvolvimento da indústria metalmecânica na Bahia. Portanto esses fornecedores de componentes só virão para cá quando a gente conseguir aumentar a demanda efetiva. A Nordex/Acciona, Siemens/Gamesa, GE/Alstom, terem o crescimento de suas carteiras, pode propiciar que haja volume suficiente para outras empresas virem para cá. Então é imprescindível que a política de leilões continue, que os leilões sejam regulares, que contratem energia para 4 e 6 anos, e que o Governo do Estado mantenha com as empresas todos os compromissos que tem assumido.

Somado a isto, o entrevistado EG4 afirma que o estado da Bahia enfrenta um problema associado à tecnologia, tendo em vista que os locais que tem os predicados para absorver empresas nesse nível, normalmente, estão mais interligados ao eixo Rio de Janeiro – São Paulo.

Por outro lado, para os fornecedores que têm como intuito atender apenas o mercado eólico, do ponto de vista logístico, é viável se instalarem em regiões mais próximas aos parques, a exemplo das empresas de torres e pás, que estão concentradas no Nordeste (OLIVEIRA NETO, 2016).

Em concordância com esta informação, o entrevistado EG3 declara que as empresas que priorizaram o setor eólico como principal cliente se instalaram no Nordeste ou mais

precisamente na Bahia, a exemplo das fabricantes de torres e das carcaças das nacelles, devido à concentração das montadoras nessa região.

Segundo EC1, a importância da proximidade entre os fornecedores e fabricantes é total, tendo em vista que o fato deles e dos parques estarem localizados na Bahia propicia a redução dos custos de transporte e de riscos, e ainda se ganha tempo.

Porém, cabe destacar que com a variação do mercado decorrente dos leilões e com a falta de previsibilidade de produção é difícil convencer o empresário a investir na expectativa desse mercado, logo, apesar de ser interesse do fabricante ter um fornecedor próximo, por questões do tipo tributárias, proximidade e agilidade de entrega; o fornecedor não se sente seguro em realizar este tipo de investimento e prefere manter sua unidade em seu local de origem (PFEIFER, 2017; VALVERDE, 2017).

Neste contexto, o entrevistado EC1 justifica que essa minimização de leilão é devido à energia elétrica ser uma demanda muito relacionada ao crescimento econômico. Para ele, no momento que há retração forte de mercado, as concessionárias de energia ficam sobrecontratadas e isto leva a sobra de energia, então se perde o sentido de realizar leilão, já que o objetivo dele é trazer segurança energética e/ou redução da conta do consumidor.

Ademais, os entrevistados EG4 e EG6 afirmam que a formação de uma cadeia de produção é um processo dinâmico que vai se agregando ao longo do tempo. No caso da indústria eólica na Bahia, esse processo ainda está em fase de consolidação.

Diante disso, o entrevistado EG6 argumenta que é necessário identificar exatamente quais são os componentes que podem ser fornecidos e os componentes que já são fornecidos em outros estados, além de explicar porque o empresário baiano não os fornece. EG6 ainda acrescenta que é indispensável haver um trabalho conjunto do Governo do Estado e do Arranjo Produtivo Local (APL) PROIND BAHIA no sentido de se aproximarem e buscarem quais são as vantagens que essas empresas podem ter usando fornecedores locais, além da verificação da existência dos fornecedores locais com qualidade e competência desejadas.

O APL PROIND BAHIA, segundo o presidente Carlos Gonzalez, tem como intuito a formação de parcerias estratégicas para promover a geração de negócios e o desenvolvimento das empresas no estado da Bahia (APL PROIND BAHIA, 2017).

Em concordância, o entrevistado EG2 afirma que o APL é importante, pois quando o estado se vende dizendo que tem capacidade de atrair as indústrias, além de mercado é necessário informar quem são seus possíveis fornecedores, então um APL estruturado é

essencial, já que o empresário vai ter seus custos minimizados com a proximidade fabril e seus riscos reduzidos com a disponibilidade de fornecedores.

Além disso, o entrevistado EG5 acrescenta que o governo do estado tem total interesse em promover o APL, devido à possibilidade de gerar desenvolvimento de mão de obra, emprego e renda, inclusive em regiões que não necessariamente estão desenvolvidas do ponto de vista tecnológico.

Desta maneira, entende-se que boa parte dos fornecedores se concentra no Sudeste do país, apesar dos fabricantes estarem localizados no Nordeste. As montadoras de aerogeradores, seus fornecedores com unidades no país e suas respectivas localizações e capacidades são apresentadas a seguir:

a) Montadoras/Fabricantes de aerogeradores

Os fabricantes de aerogeradores são em sua essência montadoras, pois geralmente recebem componentes fabricados por outras empresas e realizam apenas a sua integração. Esta atividade de manufatura está relacionada à montagem do cubo do rotor e da nacele do aerogerador, uma vez que os componentes maiores, como a torre e as pás, são geralmente adquiridos ou subcontratados de terceiros. A montagem final do aerogerador ocorre diretamente no parque eólico, com a instalação da torre e posterior acoplamento da nacele e do rotor (ABDI, 2014).

As empresas que projetam e montam os aerogeradores (cubo e nacele), conhecidas como Fabricantes de Equipamentos Originais (*Original Equipment Manufacturers*, OEMs), geralmente são grandes corporações multinacionais que estão envolvidas em diversos tipos de negócio (como por exemplo, GE/Alstom e Siemens/Gamesa) ou têm o setor eólico como único (como Wobben/Enercon e Vestas) (ABDI, 2014).

De acordo com as informações disponibilizadas pelo BNDES (2017), é possível identificar as empresas que atuam neste segmento no Brasil por meio do credenciamento de equipamentos por fornecedores e por produtos (Quadro 7).

Quadro 7 – Montadoras cadastradas e seus produtos.

Região	Estado	Cidade	Fabricante	Capacidade (MW/ano)
Nordeste	BA	Simões Filho	Nordex/Acciona	300
	BA	Camaçari	GE/Alstom	400
	BA	Camaçari	Siemens/Gamesa	400
	CE	Fortaleza	Vestas	400
	SP	Sorocaba	Wobben/Enercon	500
Sul	SC	Jaguará do Sul	WEG	200

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

Conforme apresenta o Quadro 7, algumas montadoras procuram ter suas unidades mais próximas dos locais de maior potencial de instalação de parques eólicos, como a Siemens/Gamesa, GE/Alstom e Nordex/Acciona e Vestas, com unidades no Nordeste, e a WEG no Sul do país. Já a Wobben foi à primeira montadora a se instalar na América do Sul e sua estratégia de localização foi de ficar próxima da cadeia de fornecedores. A Figura 9 apresenta a localização das montadoras de aerogeradores instalados no País.



Figura 9 – Localização das montadoras instaladas no Brasil.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

#### b) Fabricantes de pás

As pás são componentes de grandes dimensões e de significativa representatividade no custo de um aerogerador. Por isso, são preferencialmente adquiridas de fabricantes locais (ABDI, 2014).

O

Quadro 8 apresenta os fabricantes de pás eólicas com fábricas atualmente instaladas no país de acordo com o credenciamento de fornecedores e produtos do BNDES (BNDES, 2017).

Quadro 8 – Fabricantes de pás eólicas no Brasil.

Região	Estado	Cidade	Fabricante	Capacidade anual (unidades de pás/ano)
Nordeste	CE	Pecém	Aeris	600
	CE	Pecém	Wobben/Enercon	750
	PE	Suape	Eólica/LM Wind power	1.000
Sudeste	SP	Sorocaba	Tecsis	-
	SP	Sorocaba	Wobben/Enercon	750

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

A Figura 10 apresenta a localização das fabricantes de pás instaladas no País.

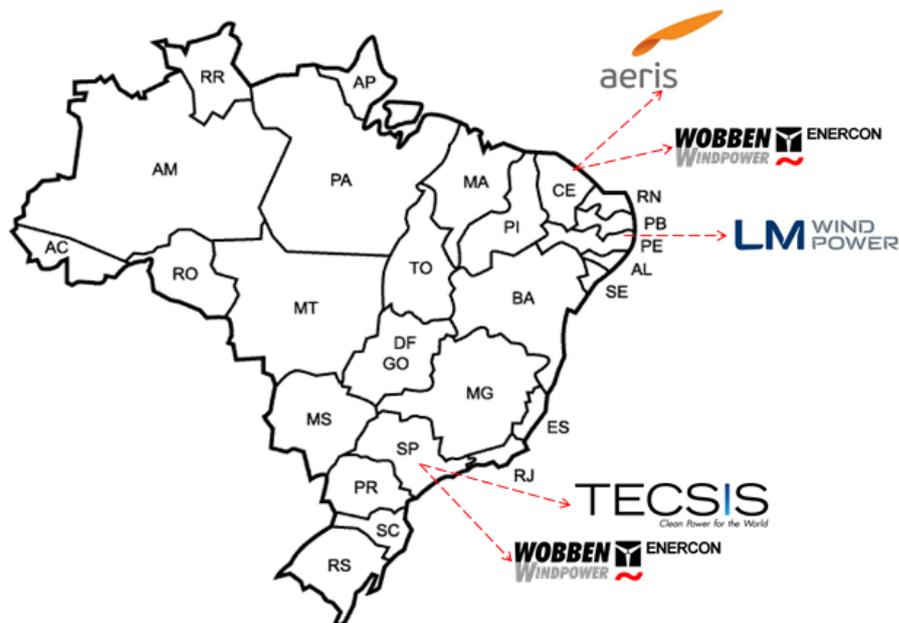


Figura 10 – Localização das Fábricas de pás instaladas no Brasil.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

### c) Fabricantes de torres

As torres, por suas grandes dimensões, pelo alto impacto no custo do aerogerador e por suas especificidades técnicas demandadas pelas montadoras, são fabricadas somente sob

encomenda. A depender do modelo de contratação das montadoras, o fabricante de torres pode se responsabilizar pela compra dos materiais, subcomponentes e outros insumos para a fabricação das torres, o que necessita de significativo capital de giro para sua operação; ou executar apenas o serviço de manufatura, comercializando o item pronto (ABDI, 2014).

Os fabricantes de torres são melhores distribuídos espacialmente, tendo em vista a necessidade de estarem mais próximos dos parques eólicos, principalmente quando se trata das torres de concreto, devido à inviabilidade em se realizar o transporte.

O Quadro 9 apresenta os atuais fabricantes de torres instalados no país, havendo atualmente empresas originalmente nacionais (como ENGEBASA, SCS, BRASILSAT, INTECNIAL) e outros pertencentes a grupos estrangeiros (GESTAMP e TORREBRAS). A Figura 11 ilustra a distribuição das fábricas de torres no Brasil.

Quadro 9 – Fabricantes de torre cadastrados e seus produtos.

Região	UF	Cidade	Fabricante	Tipo	Capacidade Anual (unidade)
Nordeste	BA	Juazeiro	Wobben	Concreto	200
	BA	Camaçari	Torrebras	Aço	220
	BA	Jacobina	Torres Eólicas do Nordeste	Aço	200
	BA	Mulungu do Morro	Acciona*	Concreto	120
	CE	Fortaleza	Tecnomaq	Aço	100
	PE	Suape	Gestamp	Aço	450
	PE	Jaboatão dos Guararapes	Máquinas Piratininga	Aço	50
	RN	Areia Branca	Acciona	Concreto	100
	PI	Lagoa do Barro/Queimada Nova	Acciona*	Concreto	100
Sudeste	SP	Cubatão	SAWE/Engebasa	Aço	168
	SP	Mirassol	ICEC-SCS	Aço	100
	ES	Linhares	Brametal	Aço	-
Sul	RS	Gravataí	Ernesto Wobcke/Wobben	Concreto	-
	RS	Erechim	Intecnial	Aço	100
	RS	Guaibá	SAWE/Engebasa	Aço	300
	RS	Santa Vitória do Palmar	Acciona*	Concreto	100
	PR	Curitiba	Brasilsat	Aço	50

\* Fabricas ainda em fase de implantação.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).



Figura 11 – Localização das Fábricas de torres instaladas no Brasil.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

Conforme se observa, as fabricantes de torres eólicas se concentram nas regiões que apresentam maior potencial eólico, a exemplo do Rio Grande do Sul e dos estados da região Nordeste, como: Bahia, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Piauí.

Desta forma, o que se identifica é que o Brasil apresenta uma boa estrutura da cadeia produtiva da indústria de aerogeradores, contando com unidades de montagem desses equipamentos e fabricação dos componentes e subcomponentes das pás, torres, cubo e nacele. A Bahia pode ser considerada um dos principais polos industrial eólico do Brasil, pois conta com a presença das mais importantes fabricantes/montadoras de aerogeradores: GE/Alstom (Camaçari), Nordex/Acciona (Simões Filho) e Siemens/Gamesa (Camaçari); e torres: Torres Eólicas do Nordeste (Jacobina), Torrebras (Camaçari) e Wobben (Juazeiro).

Neste contexto, é importante frisar que a Tectsis, empresa fabricante mundial de pás para aerogeradores, iniciou, em 2015, um projeto de expansão com a construção de uma nova planta em Camaçari, na Bahia, que tinha por intuito atender ao mercado internacional e a todo o mercado nacional. Para isto, contou com vários incentivos governamentais, a exemplo do BNDES, que virou seu maior acionista com R\$1,3 bilhão (CORLEONE, 2017). Porém, passados dois anos, essa empresa enfrentou uma grave crise, acarretando no fechamento desta unidade.

Esta situação se justifica pelos efeitos da crise econômica no país, já que o crescimento do ramo se dá por incentivos do Governo Federal, que culminou na minimização

dos investimentos em leilões, e, em consequência, na demanda por equipamentos eólicos (CORLEONE, 2018).

Diante disso, para mitigar os efeitos da crise econômica, a Tectis decidiu voltar o plano da empresa de atendimento ao mercado externo, com o retorno a Sorocaba, São Paulo, atendendo, inicialmente, a um pequeno cliente estrangeiro. Com isto, a Bahia perdeu seu único fabricante de pás, comprometendo o encadeamento produtivo do referido setor.

É importante frisar que a concentração de fornecedores de subcomponentes ocorre na região Sudeste do país. Conforme ilustra a Figura 12, os fornecedores dessa indústria estão distribuídos, em sua grande maioria, em São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais, nessa ordem. Apesar da Bahia apresentar maior percentual de fornecedores quando comparada aos outros estados do Nordeste, vale destacar, que como ela apresenta o maior polo industrial do Brasil, esta posição ainda está muito abaixo do esperado.

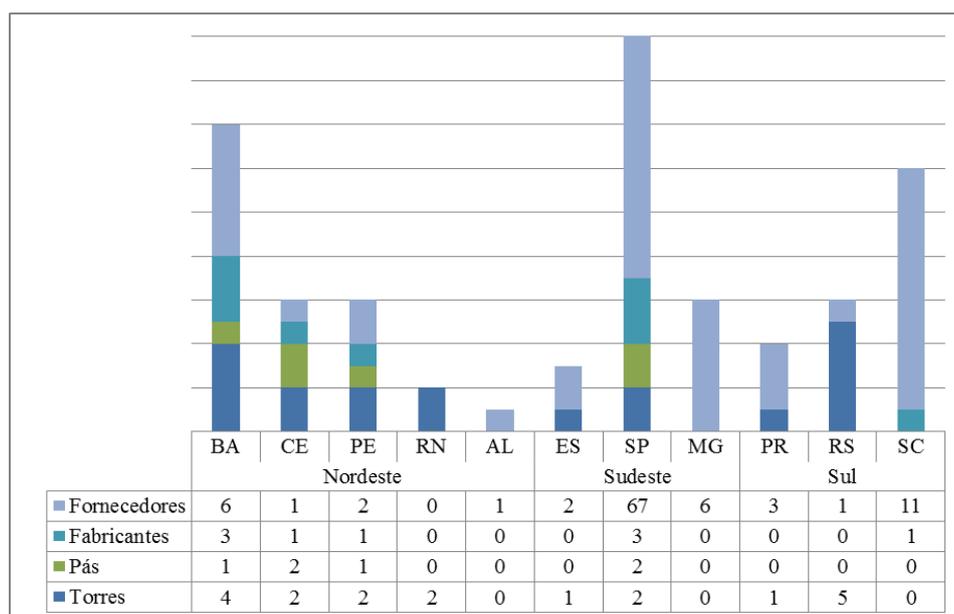


Figura 12 – Distribuição dos fabricantes e fornecedores de equipamentos eólicos.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

Além disso, cabe destacar que a indústria eólica nacional ainda importa componentes da cadeia produtiva do setor devido a fatores como: elevado custo interno, falta de capacidade produtiva ou capacidade local limitada, capacidade ociosa em outros países, preferência por fornecedores globais e ausência de fabricantes locais homologados para fabricação de determinados itens (ABDI, 2014).

Apesar de alguns desses fatores terem sido superados por conta dos requisitos de conteúdo local estabelecidos pelo BNDES, que obriga as montadoras e fabricantes de componentes a comprarem o produto fabricado internamente, mesmo o custo sendo mais elevado do que o importado, é prudente considerar a imaturidade do desenvolvimento da cadeia da energia eólica, já que o país está no início da curva de aprendizado (OLIVEIRA NETO, 2016).

Segundo informações da ABDI (2014), com relação ao custo interno elevado, cabe salientar aqueles associados aos componentes e subcomponentes produzidos para construção de torres de aço, tendo em vista que na indústria de aço USIMINAS domina o mercado, não havendo empresas concorrentes neste setor, desta forma, a mesma estabelece os preços para as chapas e, como trata-se de um mercado obrigatório e cativo, as montadoras e fabricantes são impostas a pagar.

Um outro fator está associado à carga tributária, que acaba beneficiando os produtos importados, a exemplo, a taxa de um aerogerador que incide na cadeia produtiva nacional totaliza 26,5%, enquanto no importado é em torno de 14,0% (OLIVEIRA NETO, 2016). Além disso, há um pequeno número de montadoras no país, o que limita a capacidade de produção do setor e o custo com a logística dos componentes, tendo em vista que o transporte marítimo, no caso de produtos nacionais, só pode ser realizado em navios de bandeira brasileira, contribuindo com o aumento do custo e a pouca oferta (ABDI, 2014).

Outro ponto a ser discutido é a falta de fabricantes nacionais de componentes com alto teor tecnológico para aerogeradores, como sistemas de controle, sensores, anemômetros, caixa multiplicadora, rolamentos e ímãs permanentes, e de alguns insumos importantes para as torres de concreto e núcleo das pás, a exemplo da fibra de carbono e de vidro (ABDI, 2014). Ainda há problemas tecnológicos associados à nacionalização dos equipamentos atendendo às características climáticas do Brasil, a exemplo de massas e revestimentos para acabamento que resista às intempéries. Isso requer uma formulação da P&D e/ou acordos de transferência de tecnologia ou parcerias para alcançar e atender às exigências específicas (CGEE, 2015).

Diante deste cenário, o entrevistado EG4 afirma que o mercado baiano está apto a receber mais empresas deste segmento, mas que isto depende de uma questão de regra de economia, que está centrada na oferta e na demanda deste mercado. Ainda de acordo com o entrevistado:

EG4: O estado tem uma demanda elevada, mas o ritmo com que se dá o incremento dessa demanda não está totalmente centrado nas mãos do Governo do Estado da Bahia, já que a contratação da geração tanto no mercado regulado ou mercado livre passa pelo crivo dos agentes federais. Sendo assim, hoje, aquilo que dá mensuração a tudo isso de forma objetiva são os resultados dos leilões, que estatisticamente mostram a existência de um grande volume de projetos no estado.

Neste contexto, cabe destacar, segundo entrevistado EG6, que as empresas estão sinalizando dificuldades de permanecerem no mercado devido à instabilidade de contratação dos leilões, diminuindo sua expectativa de crescimento. Diante disso, os entrevistados EG1 e EF1 afirmam que com o cenário atual de falta de demanda interna, criou-se a possibilidade para a exportação, tendo em vista que como as máquinas tem um padrão internacional, é possível atender qualquer país. No entanto, os entrevistados destacam que é muito mais rentável vender estes componentes para o mercado interno devido aos custos logísticos e contratos firmados entre fornecedores e desenvolvedores de projetos.

Além disso, o entrevistado EG3 destaca que:

EG3: [...] Nós não temos hoje uma facilidade logística no Brasil, para que essas empresas vejam o Brasil como um ponto para a distribuição desses equipamentos eólicos para outros lugares. Hoje, algumas delas estão fazendo um esforço muito grande para exportar equipamentos em função da interrupção dos leilões no ano de 2016 e, evidentemente, encontram dificuldade porque os portos brasileiros não são suficientes. Nós não temos ferrovias para poder tirar esses equipamentos no volume que fosse suficiente para atender outros mercados.

#### 4.1.2 Concentração da indústria de aerogeradores

Analisar a concentração do mercado é uma importante ferramenta para identificar se ele é competitivo ou não. Nesta pesquisa, o “campo de análise” é constituído pela totalidade de empresas montadoras da indústria de turbinas eólicas do Brasil.

Inicialmente, a partir dos resultados dos leilões de geração de energia entre os anos de 2005 a 2017, disponibilizados pela ANEEL (2018a), é possível identificar o quanto de investimento já foi realizado para a fonte eólica – valor em torno de R\$ 70 bilhões. A partir desse dado, e considerando que um aerogerador possui capacidade de geração variando, atualmente, entre 1,5 e 3 MW, e que representa entre 70,0 a 80,0% do custo de todo projeto (ABDI, 2014), é possível estimar o quanto deste valor é investido por unidade de aerogerador.

À luz disso, considerando que um aerogerador tem uma potência média nominal em torno de 2,5MW, que o custo deste equipamento representa 75,0% do projeto e que o investimento total ao longo de todos os leilões realizados para fonte eólica foi de R\$ 69.351.807.470,00 (ANEEL, 2018a), o valor investido em equipamentos eólicos é de aproximadamente R\$ 52.013.855.602,50 e o custo unitário é de R\$ 8.237.728,64.

A partir dessas considerações, ao analisar o investimento previsto em cada leilão no período de 2009 a 2017 e dividir o valor investido pelo respectivo ano de suprimento, dados estes disponibilizados pela ANEEL (2018a), é possível estimar o quanto foi gasto nos leilões de energia eólica ao longo dos anos, conforme mostra a Figura 13.

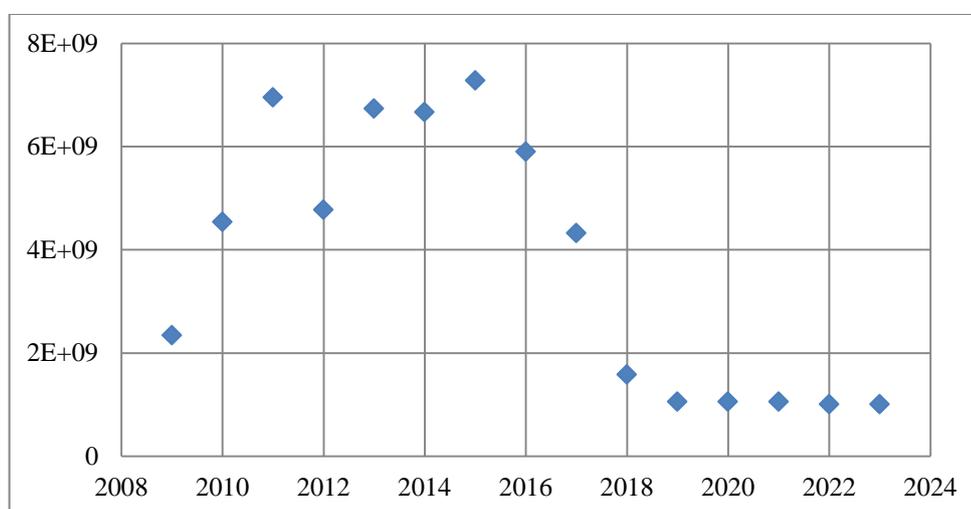


Figura 13 – Estimativa do investimento ao longo dos leilões.

**Fonte:** Elaboração a partir dos dados da ANEEL (2018a).

Isto demonstra que no período entre 2011 e 2016 havia um volume de investimento que garantia a operação das montadoras, porém, com a falta de leilão em 2016 e a redução significativa dos investimentos em projetos eólicos, a perspectiva para este mercado é que se restrinja.

Atualmente, o mercado eólico nacional conta com a participação de seis grandes empresas: General Electric/Alstom, Siemens/Gamesa, Nordex/Acciona, Vestas, Wobben e WEG, sendo esta última a primeira fabricante de origem brasileira a integrar o setor de aerogeradores, mas que necessitou firmar acordos tecnológicos com empresas estrangeiras para desenvolver seus produtos.

Segundo o entrevistado EC1, há uma tendência de alguns dos fabricantes realizarem fusões e aquisições com o intuito de atender o mercado e reduzir custos, obtendo ganhos de

escala, tendo em vista que o setor eólico é muito dinâmico e costuma exigir altos investimentos para atender à produção. Por conta disso, se justifica a Alstom ser comprada pela GE, a Gamesa estabelecer parceria com a Siemens, e, por fim, a Acciona ter sido comprada pela Nordex.

Neste cenário, a Bahia concentra os três maiores fabricantes do setor eólico brasileiro (General Electric/Alstom, Siemens/Gamesa e Nordex/Acciona), que representam mais de 50,0% do mercado em equipamentos eólicos nacional, devido à existência de barreiras à entrada referentes à escala de produção e ao caráter de constantes inovações tecnológicas da indústria, resultando em vantagens absolutas de custo e diferenciação de produto.

Diante disso, para se analisar o desempenho de uma empresa no mercado é necessário identificar a porcentagem do mercado total disponível ou segmento de mercado que é capturado pela empresa, denominado *market share* (FERRAZ *et al.*, 1996). Sendo assim, para avaliar o desempenho dos fabricantes no mercado de turbinas eólicas do Brasil é importante observar a distribuição das quotas de mercado em diferentes períodos (PENG, 2011).

As quotas de mercado da capacidade instalada são apresentadas por meio de dois modelos visando demonstrar um quadro mais dinâmico do seu desenvolvimento, nos anos de 2009 e 2017. Além disso, neste estudo, a quota de mercado será medida por meio da porcentagem do volume de vendas unitárias do volume total, já que a capacidade instalada por empresa (MW) nos leilões e o dado do volume de vendas estão disponíveis. É importante frisar que os dados são baseados apenas nos resultados dos leilões, sendo usados como uma aproximação de mercado neste contexto, já que as informações referentes às capacidades produtivas de cada fabricante nos respectivos anos não se encontram disponíveis.

Diante disso, ao analisar o *market share* envolvendo todas as empresas que competiram no leilão em 2009, nota-se, em termos de distribuição cumulativa de participação de mercado, que as empresas Wobben, GE, Suzlon e Alstom representaram cerca de 83,0% das quotas de mercado, sendo 25,7%, 23,7%, 18,4% e 14,7% respectivamente. Já os fabricantes Impsa, Vestas, Gamesa e Sinovel, obtiveram desempenho inferior, com 11,0%, 2,6%, 2,2% e 1,8%, respectivamente (Figura 14).

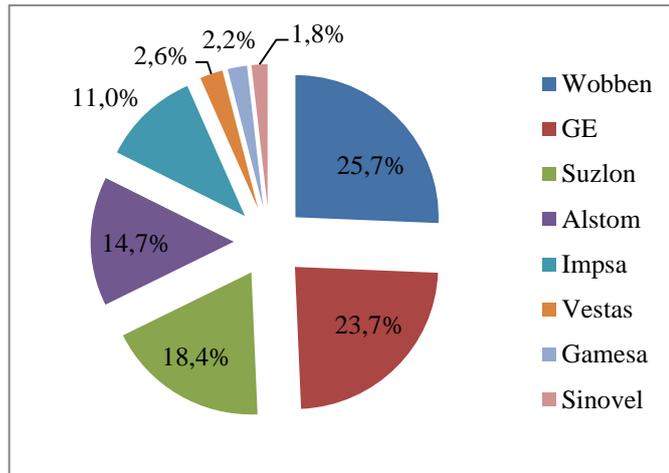


Figura 14 – *Market share* dos fabricantes em 2009.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ANEEL (2018a) e da ABEEólica (2017b).

Conforme discutido, o mercado brasileiro passou por algumas transformações. Segundo dados da ABEEólica (2017b), o Brasil já contou com a presença de 11 montadoras em seu território, sendo elas: Acciona, Alstom, Gamesa, GE, Impsa, Siemens, Sinovel, Suzlon, Vestas, WEG e Wobben. Atualmente, o país possui apenas seis empresas devidamente credenciadas e atuando, sendo estas: GE/Alstom, Siemens/Gamesa, Nordex/Acciona, Vestas, WEG e Wobben. Logo, a concentração deste mercado sofreu algumas alterações, se concentrando em poucos fabricantes. A Figura 15, apresenta a fatia de mercado dos fabricantes vencedores do leilão A-6 de 2017.

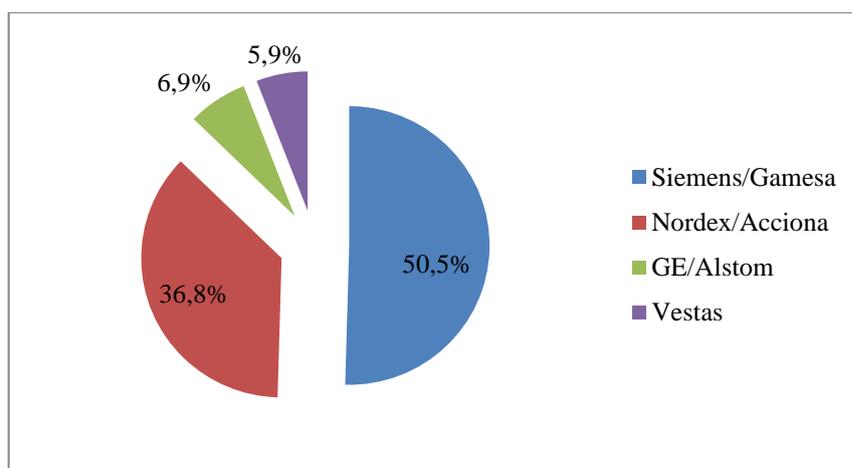


Figura 15 – *Market share* dos fabricantes em 2017.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ANEEL (2018a) e Lugo *et al.* (2017).

Neste contexto histórico, nota-se que o mercado tinha um número significativo de empresas envolvidas participando do leilão, passando de oito montadoras em 2009 para apenas quatro no leilão em 2017. Isto demonstra que no momento inicial muitas empresas foram atraídas para competir na expectativa deste mercado, mas depois houve uma queda significativa e uma concentração, sendo justificada pela saída de empresas do mercado e pelas fusões, já que elas almejam reduzir os custos e possibilitar ganhos de escala.

Segundo Resende e Boff (2002), existem duas categorias de indicadores de concentração: (1) parciais, nas quais se verifica a utilização de apenas parte do mercado, usualmente das maiores do segmento em análise – na qual se encontra o índice “Razão de Concentração (CR)”;

e (2) sumária, na qual existe a necessidade de se utilizar informações de todas as firmas do setor que se quer fazer a verificação, cujos índices utilizados são “Hirschman-Herfindahl” (HHI) e o “Coeficiente de Entropia de Theil” (ET).

Esta proposta de pesquisa trata a abordagem de duas medidas: CR e HHI, nas quais a utilização de seus indicadores demonstra, sinteticamente, o poder de mercado, possibilitando, assim, a análise da concentração do setor em estudo.

O CR de ordem  $k$ ,  $CR_k$ , é utilizado para determinar a participação de grandes empresas no mercado, considerado, comumente, nas aplicações empíricas,  $CR_4$  ou  $CR_8$ , ou seja, a participação de quatro ou oito maiores empresas. O resultado varia de 0 (zero) a 1 (um), em que “0” significa uma situação de concorrência perfeita; e “1” indica uma condição de concentração intensa (RESENDE; BOFF, 2002). Para o cálculo deste índice, considera-se o total da participação de mercado das “ $k$ ” maiores empresas participantes. Este índice é representado da seguinte forma:

$$CR_k = \sum_{i=1}^k S_i$$

Em que:

$k$  = Representa a quantidade de grandes empresas do mercado;

$S_i$  = Representa a participação da empresa de ordem  $i$  no mercado;

Sabendo-se que a variação do resultado do índice  $CR_k$  é de “0” a “1”, considera-se que quanto maior o valor do indicador, maior é o poder de mercado praticado pelas  $k$  maiores empresas (RESENDE; BOFF, 2002).

No caso das montadoras, ao analisar o primeiro modelo, considerando  $k=4$ , obteve-se como resultado  $CR_4 = 0,8$ . Da mesma forma, ao analisar o modelo que contempla as empresas atualmente instaladas e participantes do último leilão no país, o valor obtido foi  $CR_4 = 1$ . Isto demonstra que com a alteração de mercado decorrente das consolidações, o poder da indústria está concentrado em poucas empresas, logo, o mesmo se tornou mais concentrado e apresenta um menor o grau de concorrência.

Por outro lado, este índice apresenta alguns pontos negativos, pois ignora a presença das  $n-k$  empresas menores da indústria e despreza fusões empresariais ou transferências de mercado, o que acarreta em problemas de análise (RESENDE; BOFF, 2002).

Em contrapartida, estas dificuldades impulsionam a consideração de medidas sumárias. O HHI, por exemplo, se refere à soma dos quadrados da participação de uma firma no mercado, o que implica em atribuir um peso maior às empresas relativamente maiores (RESENDE; BOFF, 2002). O mesmo é definido por:

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2$$

Além disso, o efeito potencial das fusões horizontais entre duas ou mais empresas é levado em consideração e acarreta sempre no aumento da concentração medida pelo índice. Sendo assim, supondo que duas empresas realizem uma fusão, como é o caso da indústria de aerogeradores no Brasil, a contribuição da nova instituição será  $(S_1 + S_2) = S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2$ , o que trará um valor maior do que o obtido pelas duas empresas separadamente  $(S_1^2 + S_2^2)$  (RESENDE; BOFF, 2002).

Besanko *et al.* (2012) fornecem as informações necessárias para melhor interpretação dos resultados do índice, ilustradas no Quadro 10.

Quadro 10 – Classes da estrutura de mercado.

Natureza da concorrência	Faixa de índices de Herfindahl
Concorrência perfeita	Normalmente abaixo de 0,2
Concorrência monopolística	Normalmente abaixo de 0,2
Oligopólio	0,2 a 0,6
Monopólio	0,6 ou maior

**Fonte:** Adaptado de Besanko *et al.* (2012).

Diante destes dados, ao realizar o cálculo para os fabricantes existentes no setor, nota-se que a natureza da concorrência passou de concorrência monopolística para oligopólio. No primeiro período, o mercado estava concentrado em mais empresas com um nível de concorrência menos concentrado, cujo resultado final do HHI foi igual a 0,19. Apesar deste valor também se enquadrar como concorrência perfeita, denominamos concorrência monopolística devido à qualidade e diferenciação dos produtos aerogeradores.

Já no segundo período a natureza da concorrência ficou definida como oligopólio, tendo em vista a presença de poucas firmas dividindo o mercado. O valor do HHI foi correspondente a 0,45, sendo este aumento justificado pela consolidação de algumas empresas e pela presença de poucas firmas dividindo o mercado, tornando-o mais concentrado.

A partir destes dados, conclui-se que o mercado industrial da energia eólica no Brasil está organizado sob a forma de um oligopólio com o domínio das empresas estrangeiras, indicando que depois de terem desenvolvido os mercados nos seus países de origem, esses fabricantes agora investem estrategicamente para além de suas fronteiras visando ganhar mercado em outros países, pois apresentam maturação e domínio da tecnologia. Esta conclusão converge com os dados de Bezerra e Santos (2017), que afirmam que a indústria de aerogeradores de grande porte é constituída por poucos fabricantes a nível mundial.

Além disso, segundo dados das entrevistas, o representante EG3 afirma que o mercado eólico não é adequado para pequenas empresas, sendo imprescindível a atração dessas multinacionais para auxiliar no fomento do desenvolvimento interno de massa crítica e de mão de obra qualificada.

Somado a isso, todos os entrevistados convergiram na afirmação de que atualmente o país não tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores com tecnologia nacional, tendo em vista que este setor exige altos investimentos e necessita de tecnologia bastante madura. O entrevistado EG1 afirma que:

EG1: Não há mercado suficiente para ter desenvolvimento dessa indústria no Brasil, os grandes fabricantes sempre serão como grandes âncoras que vão atrair outros fornecedores. A possibilidade é que haja indústrias de peças e subcomponentes domésticos, que atendam às especificidades locais. Diante disso, é importante que continue dando incentivos para essas montadoras, mas que foque no desenvolvimento de tecnologias regionais, caso haja mercado para isso.

Em consonância, o entrevistado EG3 alega que:

EG3: A possibilidade dos equipamentos, peças e partes serem produzidas por empresas nacionais existe, mas vai depender delas terem tecnologia para poder suprir, porque para essas grandes empresas, ter um fornecedor confiável local é sempre mais vantajoso do que ter que importar.

O entrevistado EG6 declara que:

EG6: Esse vai ser sempre um segmento dominado pelas grandes empresas, não só aqui no Brasil, como no mundo inteiro. É um mercado extremamente competitivo e tem que ter realmente tecnologia e altos investimentos. O aspecto é os componentes que essas empresas realmente utilizam para completar seus produtos, esses sim é que são as expectativas que o mercado tem para fornecer.

O entrevistado EF1 enfatiza que a cadeia produtiva continuará sendo dominada por empresas estrangeiras, por questões de tecnologia e capital, justificando que:

EF1: Seria a mesma coisa que perguntar se a Bahia tem capacidade para desenvolver um avião com tecnologia nacional, e o nível de dificuldade, neste caso, é bem parecido, já que a indústria aeronáutica é a base da eólica. Não é do dia pra noite, não é simplesmente formando profissional em faculdade.

Por fim, em concordância com estas afirmativas, o entrevistado EC2 afirma:

EC2: No meu entendimento, isso não vai mudar muito, porque essa cadeia eólica é bastante sólida a nível mundial. São fabricantes que praticamente estão presentes em todos os mercados de trabalho.

#### 4.1.3 Capacidade produtiva da indústria de aerogeradores

Para viabilizar o desenvolvimento da indústria de aerogeradores e equipamentos instalados no país, segundo afirmação de Melo (2015), é necessário que se contrate, pelo menos, 2,0 GW médios por ano via leilões.

Considerando esta demanda média para os próximos anos e uma potência média nominal dos aerogeradores de 2,5 MW, a necessidade anual de aerogeradores no Brasil é em torno de 800 unidades. Desta forma, a demanda correspondente dos fabricantes dos grandes componentes – pás e torres – seria, respectivamente, 2.400 e 800 unidades.

Assim, a capacidade produtiva total, ao analisar o Quadro 7, o

Quadro 8 e Quadro 9, seria de 2.200 unidades de nacele, aproximadamente 1.780 de torres de aço, cerca de 620 torres de concreto e 7.100 unidades de pás. A Tabela 2 apresenta a relação entre demanda e capacidade produtiva dos principais componentes do aerogerador.

Tabela 2 – Demanda e capacidade produtiva da indústria nacional.

<b>Indústria</b>	<b>Demanda média anual (2GW/ano)</b>	<b>Capacidade Nacional (unidade)</b>
<b>Nacele</b>	800	2.200
<b>Pás</b>	2.400	3.100
<b>Torres</b>	800	2.400

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ABDI (2014) e do BNDES (2017).

Embora ao se observar a demanda e a capacidade de atendimento, aparentemente, exista uma sobrecapacidade no mercado nacional de grandes componentes, isso não significa que esses dados correspondem à realidade, pois alguns fornecedores de aerogeradores possuem capacidades específicas para atendimento de determinadas montadoras, a exemplo da Acciona e Wobben, que são verticalizadas (ABDI, 2014).

Em relação à capacidade de fornecimento de aerogeradores, estes dependem dos períodos de implantação dos projetos e como os leilões contratam diversos projetos com prazo de início de operação semelhantes, os pedidos acabam se concentrando em determinada época do ano, resultando em incapacidade de atendimento da demanda, o que pode comprometer os preços e os volumes de entrega.

Além disso, outra questão relevante está atrelada à capacidade nominal dos subcomponentes e demais itens relacionados à cadeia produtiva dos aerogeradores, já que ela não é tão facilmente identificável devido a fatores como: atendimento de outros segmentos industriais; dependência de investimentos que interferem na identificação das capacidades; e tamanho do item a ser produzido, já que diferentes tamanhos podem requerer diferentes máquinas com diferentes disponibilidades (ABDI, 2014).

Embora o país esteja enfrentando uma crise econômica, o que dificulta a realização de leilões para contratação de energia nova, o MME, por meio da Portaria nº 293, de 4 de agosto de 2017, autorizou a negociação de CCEAR, com início de suprimento em 1º de janeiro de 2021 para o LEN “A-4”, e em 1º de janeiro de 2023 para o LEN “A-6” (Portaria MME nº 465/18), proporcionando aos fabricantes menor concentração e maior flexibilidade com relação ao atendimento da demanda.

Esta alteração, segundo o entrevistado EC2, pode possibilitar uma recuperação para os empresários, porém, o mesmo salienta que a lacuna deixada com a não realização do leilão em 2016 ainda pode ser um problema, tendo em vista que as empresas estão no limite inferior de sua produção, já que os antigos projetos já foram ou estão na iminência de serem entregues. Sendo assim, o mesmo afirma que talvez seja viável a realização de um leilão de curto prazo, por exemplo, A-2, para preencher essa lacuna e possibilitar ao empresário a continuidade da produção.

Diante disso, o entrevistado EG4 afirma que para haver o desenvolvimento da cadeia produtiva “é necessário uma previsibilidade bastante regrada dos leilões, porque isso dinamiza investimentos e o escopo de produção dessa indústria”. Somado a isso, o entrevistado EG6 acrescenta que as empresas fazem investimentos esperando retorno, então seu planejamento é em função de uma série de informações que o mercado fornece, a exemplo, dos planejamentos energéticos, a saber: Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e Plano Nacional de Energia (PNE).

Em adição, o entrevistado EF1 declara:

EF1: Para você ter uma fábrica que emprega milhares de trabalhadores a regularidade dos leilões é fundamental. Não pode haver intervalo de dois, cinco ou até mais anos, ou até mesmo a incerteza dos próximos leilões, porque isso prejudica o crescimento e a expansão da cadeia. Como a empresa vai se projetar para crescer se não sabe qual o tamanho da demanda que vai ter?

Neste contexto, é vital explicar que apesar de Melo (2015) constatar a necessidade de contratação mínima de 2,0 GW ano, haverá um momento em que não será mais tão atrativo investir no recurso eólico, seja diante da necessidade de diversificar a matriz energética, do incentivo de outras fontes renováveis de energia mais competitivas ou até mesmo pela indisponibilidade de áreas adequadas para instalação dos parques.

Sendo assim, é importante analisar a possibilidade da existência deste mercado na Bahia daqui a alguns anos. Logo, a criação de um cenário visando identificar a capacidade instalada mínima que possibilite o desenvolvimento da indústria mesmo sem a ocorrência de leilões é indispensável, tendo em vista que futuramente estes parques atingirão sua vida útil, sendo necessário realizar a troca de componentes e subcomponentes ou, propriamente, dos aerogeradores.

Diante disso, considerando que:

- Cada montadora de aerogerador tem a capacidade média produtiva de 400 MW/ano;
- A quantidade de aerogeradores ano será de 160 unidades, assumindo-se que cada aerogerador produz em média 2,5 MW;
- Atualmente existem no mercado 6 montadoras e supondo a permanência delas até a vida útil do primeiro parque eólico em 2029, então seria necessária a produção anual de 960 aerogeradores.

Analisando essa capacidade no período de 20 anos, que é o tempo estimado de vida útil de um parque eólico, a potência a ser contratada neste espaço de período de tempo é de 48 GW e de 19.200 aerogeradores, o que está dentro do limite do potencial eólico brasileiro, que segundo o Atlas (CAMARGO-SCHUBERT, 2001) fica em torno de 143 GW, correspondendo a 57.400 aerogeradores. Como a contratação do período de 2009 a 2017 foi de 15,78 GW (ANEEL, 2018a), o que corresponde a 6.314 aerogeradores, isto significa que no período restante, de 2018 a 2028, será necessária uma contratação de 32,21 GW e 12.886 aerogeradores para manter a cadeia produtiva sustentável.

Neste contexto, considerando a capacidade instalada mínima necessária de 32 GW, foram criados cenários a partir da potência a ser contratada nos leilões de 2018 a 2028, visando atender a essa demanda, antes do alcance da vida útil do primeiro parque eólico, e com o intuito de estimar a capacidade de manter a indústria mesmo sem a contratação em leilões no período de 2029 a 2048.

O primeiro cenário é considerado a partir da afirmação de Melo (2015), que é necessária a contratação anual de 2,0 GW para manter a indústria estável, denominado como “Cenário de Referência”. A partir disso, foram criados mais três cenários: “Cenário Otimista”, onde aumenta a carga de energia decorrente do crescimento econômico, considerando uma contratação de 3,1 GW/ano; “Cenário Intermediário”, que indica um crescimento de mercado não muito significativo, admitindo que o valor esteja entre o cenário de referência e o cenário alternativo de demanda, sendo este mais próximo do último, de 2,6 GW/ano; e, por fim, “Cenário de Crescimento da Energia Solar”, admitindo a hipótese de redução significativa do custo na energia fotovoltaica, tornando-a mais competitiva, assumindo valor de contratação de 1,7 GW/ano.

Diante destes cenários, foi calculada a contratação para os próximos anos, no intervalo de 2018 a 2028. Os resultados obtidos demonstram que o cenário que possibilita a

consolidação da cadeia produtiva, é o “**Cenário Otimista**”, que corresponde à contratação de 34 GW, conforme apresenta a Figura 16.

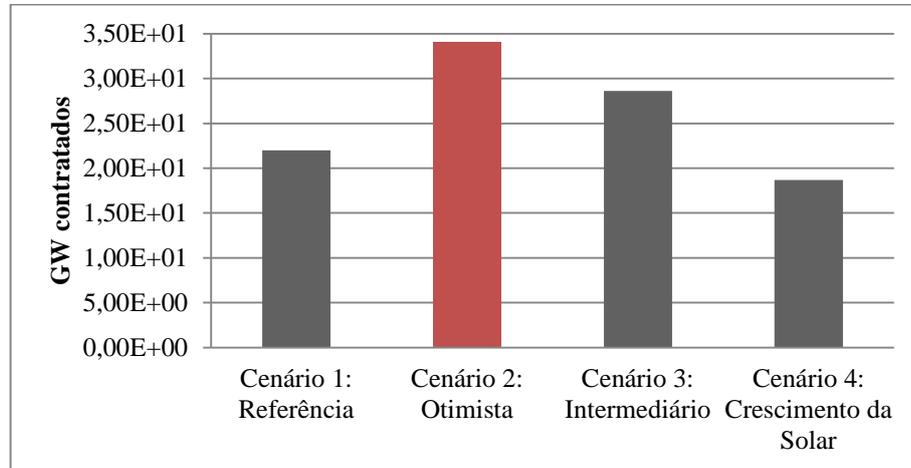


Figura 16 – Cenários sobre as perspectivas do setor eólico entre os anos de 2018 e 2028.

A partir destes dados, calculou-se o nível de capacidade ociosa da indústria eólica, que representa a quantidade que a empresa deve produzir a mais para alcançar sua capacidade máxima de produção. Considerando a capacidade instalada mínima necessária de 32 GW no período estipulado de 20 anos a partir dos cenários supracitados, é possível identificar o volume efetivo de produção e a ociosidade dessa indústria conforme apresentado na Figura 17.

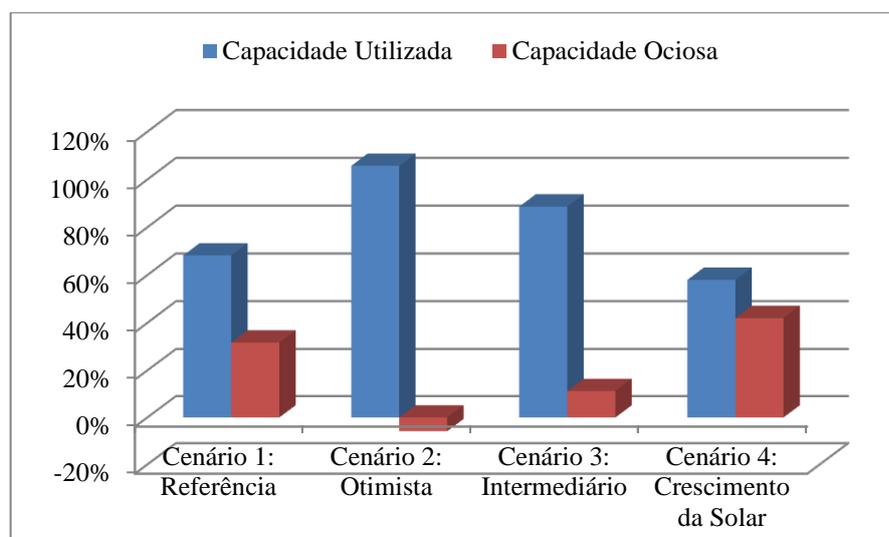


Figura 17 – Nível de capacidade ociosa na indústria eólica entre os anos de 2018 e 2028.

Os dados demonstram que o “Cenário de Referência” é insuficiente para atender à capacidade de produção total das seis fabricantes de aerogeradores localizadas no Brasil. A demanda projetada para os próximos anos não deve ser suficiente para manter o amplo grupo de fabricantes de aerogeradores instalados, podendo implicar na saída de algumas empresas deste mercado e no enfraquecimento de toda a cadeia produtiva.

No “Cenário Otimista”, presume-se a expansão da capacidade produtiva da indústria, tendo em vista que a capacidade ociosa está negativa. Isto significa novos investimentos na produção e no aquecimento do mercado com a possibilidade de participação de novas empresas, aumentando a competição e tornando o nível de concorrência menos concentrado.

O “Cenário Intermediário” aponta para um mercado similar ao atual, no qual não haverá muitas mudanças. O mercado continuará concentrado nos grandes *players*, não sendo interessantes novos investimentos na produção e a atração de novas empresas.

Já o “Cenário de Crescimento da Solar”, é considerado o pior para a expansão da energia eólica na matriz, primeiramente por apresentar capacidade utilizada aproximadamente 20,0% acima da ociosa, inviabilizando investimentos. Isto significa que a fonte solar passaria a ser competitiva frente às demais opções, havendo uma redução expressiva em seu investimento, prejudicando, significativamente, a perpetuação da indústria eólica no país.

Diante do exposto, cabe destacar que a não existência do leilão em 2016 e a baixa contratação em alguns anos, a exemplo de 2012 e 2017, prejudicaram o futuro da cadeia produtiva, tendo em vista que se fosse contratado nestes 8 anos (2009 a 2017) os 2,0 GW estabelecidos, e este cenário se mantivesse até 2028, seriam contratados 38 GW; superando o atendimento à capacidade instalada mínima necessária de 32 GW.

Sendo assim, para que a cadeia produtiva eólica se mantenha estável mesmo sem a contratação nos leilões após 2028 e até 2048, é necessário um cenário de **“Mercado Otimista”**, cujo crescimento econômico e da demanda de energia será mais próspero, sendo indispensável à contratação de LEN.

## 4.2 RECURSOS FÍSICOS

A Bahia está localizada mais precisamente ao sul da região Nordeste, com área total de 564.733 km<sup>2</sup> (6,63% do território nacional), considerado quinto maior estado brasileiro em extensão territorial, formado por 417 municípios (IBGE, 2016). A Bahia tem como estados

limítrofes ao Norte: Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Piauí; a Oeste: Tocantins e Goiás; e ao Sul: Minas Gerais e Espírito Santo. Ao Leste, a Bahia é banhada pelo Oceano Atlântico.

A primeira estimativa do potencial eólico da Bahia foi realizada a partir de dados de velocidade de vento superiores a 7,0 m/s com torres de 50 m e 70 m (COELBA, 2002). Já a segunda estimativa, 11 anos depois, considerou como informação ventos superiores a 7,0 m/s para 80 m, 100 m, 120 m e 150 m de altura de torre (CAMARGO-SCHUBERT, 2013). Os resultados do potencial de geração são comparados na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação do Potencial de Geração do Atlas 2002 e 2013.

<b>Mapeamento</b>	<b>Atlas 2002</b>			<b>Atlas 2013</b>		
<b>Altura</b>	50	70	80	100	120	150
<b>Potência Instalável (GW)</b>	6	14	39	70	115	195
<b>Energia Anual (TWh/ano)</b>	12	32	150	273	449	767

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da Coelba (2002) e Camargo-Schubert (2013).

Os dados mais recentes indicam que a Bahia possui um grande potencial eólico, com capacidade *onshore* instalável de aproximadamente 70 GW a 100 m de altura, o que corresponde a uma produção energética de 273 TWh/ano (CAMARGO-SCHUBERT, 2013). Como referência, o potencial eólico da Bahia corresponde a mais de 7 vezes a capacidade de geração de todas as fontes instaladas no estado, que segundo a ANEEL (2018b) é em torno de 9,7 GW, sugerindo que a Bahia ainda possui um grande potencial a ser explorado.

De acordo com o entrevistado EG1, a grande vantagem do mercado eólico na Bahia decorre do maior potencial de geração de energia concentrado no estado, com as melhores qualidades de vento, que faz com que as máquinas possam ter atributos técnicos que possibilitam sua customização, tornando o valor delas um pouco mais barato.

Neste contexto, o entrevistado EF1 afirma que:

EF1: O potencial eólico na Bahia é um atrativo para a indústria, já que as empresas conseguem estar próximas ao mercado consumidor, que são os parques eólicos, e, conseqüentemente, diminuir seus custos logísticos, o que é estrategicamente vantajoso.

Cabe salientar que, com o desenvolvimento tecnológico é de se esperar que aumente a altura das torres, e, conseqüentemente o raio das pás, o que possibilitará uma maior capacidade para a geração de energia (GAYLORD, 2015). Levando em consideração que aerogeradores comerciais já superam 100 m, estes equipamento se tornarão mais eficientes e,

como consequência, possibilitarão uma diminuição da área ocupada, demorando a alcançar o seu fator limite; e uma diminuição de custos do equipamento e de projeto, garantindo uma imensa disponibilidade para a implantação contínua anual de novos empreendimentos eólicos (CGEE, 2015).

Diante disto, o entrevistado EG1 afirma que:

EG1: [...] essas áreas que foram identificadas com grande potencial, provavelmente, irão continuar sendo exploradas até seu fator limite. Mas se analisarmos o fator limite definido no Atlas Eólico da Bahia, vai demorar muito para alcançá-lo, até porque com o aumento da tecnologia, melhora o aproveitamento, e diminui-se a necessidade por grandes áreas.

Além disso, este novo mapeamento eólico utilizou como definição técnica a retirada de áreas de restrição ambiental, cujo relevo apresenta rugosidade aerodinâmica inviável para instalação de empreendimentos, além de levar em consideração as áreas com maior potencial eólico, o que resultou no levantamento de sete áreas prioritárias (Figura 18) para o desenvolvimento de parques (CAMARGO-SCHUBERT, 2013).

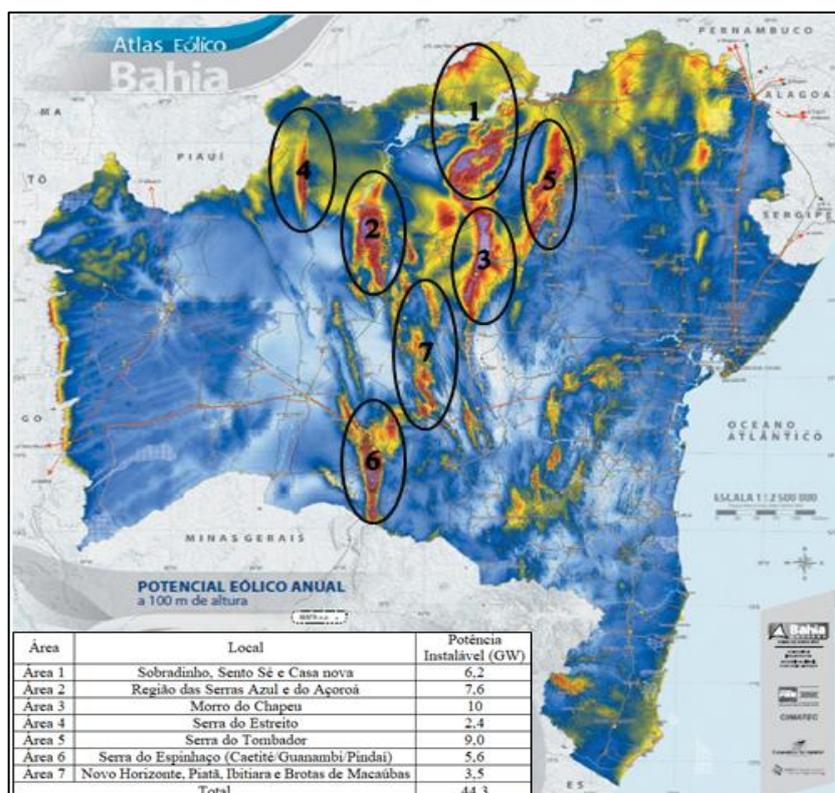


Figura 18 – Áreas prioritárias para implantação de parques eólicos na Bahia.

**Fonte:** Adaptado de Camargo-Schubert (2013).

Na Bahia, diferentemente de outros estados do Nordeste, as melhores áreas para se investir em parques eólicos se concentram em cidades localizadas no interior do estado, cujo desenvolvimento social e econômico é baixo e, em sua maioria, banhadas pelas águas do Rio São Francisco (SILVA, 2016). Desta forma, a implantação de parques eólicos nessas regiões pode proporcionar a geração de emprego, renda e o seu desenvolvimento, além de minimizar os impactos ambientais que seriam causados em comparação às instalações no litoral (SANTOS; TORRES, 2014).

Segundo o entrevistado EG2, com a construção dos parques e dos projetos nestas áreas que estão concentradas no interior do estado, é possível levar o desenvolvimento para as regiões, já que há circulação do capital em pequenas cidades, possibilitando o desenvolvimento de pequenos comércios e capacitação de mão da obra local.

Além disso, a Bahia apresenta também grande destaque devido à sua extensão territorial, que é um fator determinante para a implantação de parques eólicos, bem como a condição dos ventos que varia pouco e apresentam valores elevados de velocidades médias, o que permite o uso de mais de 50,0% da capacidade dos aerogeradores (ARAGÃO *et al.*, 2016).

Em consonância com esta informação, o entrevistado EG4 afirma que:

EG4: A Bahia apresenta grande extensão territorial, onde boa parte apresenta características de ventos muito significativos, conforme apresenta o Atlas Eólico da Bahia, que define o perfil e as características dos ventos.

Somado a isto, o entrevistado EG4 afirma que os ventos são de interior, com predominância muito boa, unidirecional e não apresentam rajadas, abrindo um espaço muito forte para atração de geração eólica no estado.

Ademais, o entrevistado EC1 complementa:

EC1: A Bahia tem um destaque em eólica pela questão dos bons ventos situados no Sertão, já que além de possuir uma área muito grande, “foge” um pouco da competição econômica das áreas situadas próximas ao litoral do Nordeste, como é o caso do Ceará, que compete com empreendimentos imobiliários. Além disso, tem as questões ambientais, que cada vez mais restringe o uso do litoral, o que torna as regiões de grande potencial na Bahia mais atrativa e competitiva, pelo fato de evitar problemas ambientais e custos com altos de arredamentos.

Segundo o MME (2016), a produtividade na Bahia é bastante elevada, pois considerando o fator de capacidade – proporção entre a produção efetiva de uma usina eólica em um período de tempo e a produção total máxima neste mesmo período – médio mundial e brasileiro no ano de 2015, representado por, respectivamente, 23,8 % e de 38,0%, e comparando com a média baiana de 42,9%, nota-se que o valor é superior à própria média nacional, indicando resultados bastante favoráveis aos projetos eólicos na Bahia.

Sendo assim, de acordo com o entrevistado EG3, o aproveitamento de energia eólica na Bahia é simplesmente o melhor do mundo, sendo reconhecido inclusive pelas empresas que levantam projetos:

EG3: [...] Na média internacional, o fator de capacidade fica em torno de 25%, no Brasil está na faixa de 41%, na Bahia em torno de 46%, e há regiões no Estado onde já se conseguiu fator de capacidade de 80%. Então isso revela um índice de aproveitamento da energia eólica muito maior do que em qualquer outro lugar do mundo, e esse é um fator de grande diferencial para a Bahia em termo de competitividade, pois torna os projetos aqui muito mais competitivos.

Ademais, é notável a complementariedade entre o regime dos ventos e o regime hídrico, no sentido em que, coincidentemente, nos períodos mais secos, e, portanto, de menor capacidade represada dos reservatórios, há maior geração eólica, incrementando, indiretamente, no acúmulo de água nos reservatórios e diminuindo a pressão no despacho de energia (MARQUES, 2016). O rio São Francisco, que é o grande fornecedor de água da região Nordeste, tem sua vazão marcada pela sazonalidade, sendo esta inversamente proporcional à sazonalidade dos ventos na região, conforme apresenta o gráfico da Figura 19.

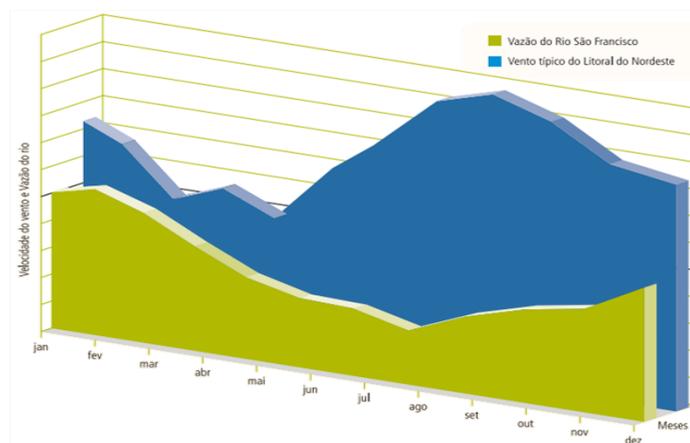


Figura 19 – Complementariedade da energia eólica no Nordeste.

**Fonte:** CBEE (2000).

Conforme observado, os melhores resultados de geração eólica ocorrem, com maior frequência, nos meses de setembro a novembro (primavera) nas usinas da região Nordeste, diferentemente dos níveis de vazão. Essa sazonalidade propicia adequabilidade do regime eólico do Nordeste, com destaque para o potencial baiano, e colabora para a mitigação dos riscos hidrológicos inerentes à matriz hidrelétrica, especialmente durante o período seco.

### 4.3 ATUAÇÃO GOVERNAMENTAL

O Estado da Bahia é considerado líder no volume de projetos comercializados no mercado regulado no Brasil (29,0%) (Figura 20). De acordo com Pinheiro *et al.* (2016a), o volume que o setor investiu no estado é de cerca de R\$ 21,4 bilhões.

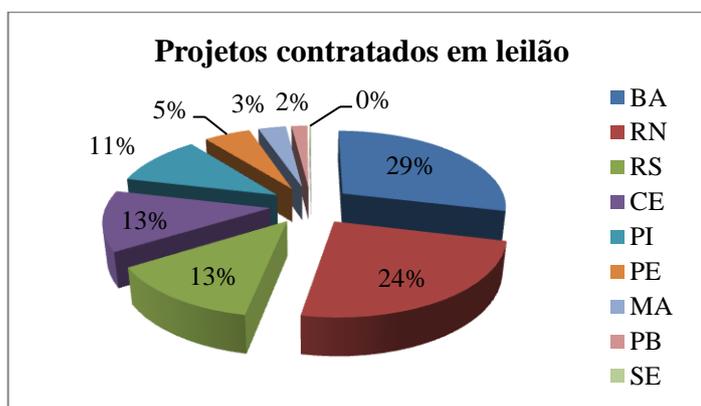


Figura 20 – Projetos contratados em leilão.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ANEEL (2018b).

Segundo o entrevistado EG5, esta grande participação ocorre devido não só ao excelente potencial eólico na região, mas também pelo papel da SDE, que trabalha fortemente com o desenvolvimento das cadeias, tanto do ponto de vista de incentivo fiscal, a exemplo do Programa de Informática e Eletroeletrônicos e do “Desenvolve”, quanto das políticas estaduais, a exemplo da Comissão Técnica de Garantia Ambiental (CTGA), sendo estes dois fatores fundamentais para obter vantagem frente aos outros estados brasileiros.

O Governo do Estado, por meio da SDE, é responsável pelo atendimento e acompanhamento do setor eólico, com o papel de promover, participar de projetos e articular com diferentes estruturas do governo, objetivando resolver entraves e proporcionar ao empresariado segurança nos trâmites legais para o atendimento da legislação vigente (SDE,

2018). Além disso, a CTGA, vinculada à SDE e validada pela Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), opera de forma proativa com o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), com o intuito de proporcionar celeridade e previsibilidade aos processos de licenciamento ambiental de parques eólicos (PINHEIRO *et al.*, 2016b).

Neste contexto, é importante frisar que servidores do corpo técnico do INEMA repudiam a existência da CTGA, afirmando que esta comissão, custeada pelas empresas de energia eólica, analisa indevidamente processos das suas próprias mantenedoras, retirando esta atribuição dos especialistas e técnicos ambientais de carreira do INEMA (ASCRA, 2016). Os mesmos ainda afirmam que a criação do CTGA é proveniente de ações deliberadas do governo para desqualificar as estruturas estaduais e o corpo técnico do INEMA, propiciando a perda de autonomia de órgão executor, cometendo graves desvios das suas competências legais, como pano fundo para o desmonte da gestão ambiental e dos recursos hídricos no estado e no país, já que este órgão público passa a assumir o licenciamento de empresas privadas (ASCRA, 2015).

Apesar desta refutação, o entrevistado EC2 afirma que a Bahia tem certa vantagem em relação aos outros estados do Nordeste pela abertura que os empresários têm com o governo, na própria SDE, onde o pessoal está disponível para tratar de diversos problemas que ocorram, como, por exemplo, licenciamento, no transporte de pás e pontos conexão.

Somado a isso, o entrevistado EG1 afirma que a grande diferença da Bahia para outros estados está no apoio institucional e no papel de articulação que a SDE tem com o empreendedor:

EG1: É importante destacar a participação do governo do estado da Bahia, que fornece incentivos governamentais, como a redução do ICMS de um equipamento, e logísticos, a exemplo de traçar rotas para a entrega dos aerogeradores para parques da Bahia, visando atrair e firmar empresas, e, em contrapartida, minimizar os custos associados ao equipamento.

Em concordância com este argumento, o entrevistado EG4 complementa:

EG3: A estrutura que a SDE tem de apoio para implantação desses projetos por meio da articulação com diversos órgãos, como INCRA, CTGA, SEINFRA, IPHAN, tem sido fundamental para a implantação das empresas na Bahia.

Sendo assim, segundo o entrevistado EG3, do próprio depoimento das empresas, a estrutura que a Bahia tem hoje, tem sido fundamental para garantir a competitividade e a possibilidade de participação das empresas nos leilões.

EG3: Até hoje nenhum projeto deixou de ir para um leilão porque tenha faltado uma autorização, uma licença, uma ação do estado. Nenhum projeto teve sua instalação atrasada porque a licença atrasou, porque não houve condições logísticas de transporte de equipamentos. Então as próprias empresas declaram isso, que é um diferencial importante que nós temos aqui.

O entrevistado EC1 declara:

EC1: O governo da Bahia é muito sensível com relação à eólica, e tem procurado facilitar o licenciamento ambiental e mapear as regiões de eólica para dotar de uma infraestrutura melhor. Se ele não faz mais, é uma questão de recursos.

Por fim, o entrevistado EF1 conclui que:

EF1: o governo do estado se empenhou institucionalmente em viabilizar a ida desse investimento para a Bahia. Sem articulação fica inviável levar desenvolvimento, pois como são produtos com valores altos, um fator que pesa bastante é a tributação em cima da matéria-prima e do próprio produto.

Neste contexto, de acordo com o entrevistado EG1, além do apoio institucional, o governo do estado tem o programa “Desenvolve”, que é focado na transformação industrial, e o programa de eletroeletrônico, destinado para outros componentes.

O “Desenvolve”, por meio da Lei nº 7.980/01 e Decreto nº 8.205/02, possui como objetivos: formar adensamentos industriais nas regiões econômicas e integrar as cadeias produtivas essenciais ao desenvolvimento econômico e social, fomentar e diversificar a matriz industrial e agroindustrial, e à geração de emprego e renda no estado. O mesmo contém a minuta do Protocolo de Intenções, que concede benefícios fiscais para os empreendimentos, incluindo eólicos, e possuem dentre outras cláusulas de obrigações quanto à contratação de mão de obra, serviços e equipamentos/produtos locais.

Já o Programa de Informática e Eletroeletrônicos, a partir do Decreto nº 4.316/95 e da Portaria nº 895/99 da Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia (SEFAZ), dispõe sobre os

benefícios para o lançamento e pagamento do ICMS relativo ao recebimento, do exterior, de componentes, partes e peças destinados à fabricação de produtos de informática, eletrônica e telecomunicações por estabelecimentos industriais, a exemplo dos componentes eólicos, permitindo crédito nas saídas dos produtos.

Neste contexto, é importante frisar que diante da Lei Complementar nº 160, de 7 de agosto de 2017, na qual os estados passam a ter requisitos para conceder alguns benefícios para empreendimentos, a disputa acirrada que havia entre os estados que forneciam incentivos muitas vezes declarados inconstitucionais pelo Supremo Tribunal Federal (STF), conhecido como “guerra fiscal”, foi minimizada. Neste contexto, levando em consideração que o único imposto possível de conceder benefícios é o ICMS, o entrevistado EG2 afirma que a Bahia oferta o mesmo incentivo do âmbito Federal, e possivelmente os outros estados possuem benefícios similares.

Diante disso, o entrevistado EG1 afirma que o apoio de incentivo fiscal é fundamental e apesar do mesmo ser fornecido no âmbito Federal, o estado, ao conceder o mesmo incentivo, assegura aos empresários que mesmo havendo mudança na esfera Federal, o empreendimento tem garantia no âmbito estadual, afirmando que:

EG1: [...] o grande diferencial do estado da Bahia em relação aos outros Estados, não está só na política de incentivo, porque a política tributária é igual para o Brasil inteiro. A grande diferença do Estado da Bahia é o apoio institucional e o papel de articulação que a gente tem com o empreendedor.

Ademais, há também o Projeto Estadual de Incentivo à Concessão de Estágio e Primeira Experiência Profissional, com o intuito de criar mais postos de trabalho, instituído pela Lei nº 13.459, de 10 de dezembro de 2015, que promove a qualificação e gera oportunidades para estudantes e egressos da Rede Estadual de Educação Profissional e a jovens e adolescentes qualificados por programas governamentais executados pelo estado.

Porém, cabe destacar que diante destes diversos incentivos, o estado enfrenta dificuldades associadas à questão fundiária, principalmente com relação à obtenção do título de terra dos imóveis rurais, tendo em vista que as empresas encontram dificuldades na conclusão dos processos que carecem da anuência da Coordenação de Desenvolvimento Agrário (CDA), além da grande maioria necessitar de parecer da Procuradoria Geral do Estado (PGE), que conta com um número reduzido de procuradores neste segmento (CARVALHO, 2017).

Segundo o entrevistado EC1, a dificuldade relacionada à questão da regularização fundiária está atrelada ao fato dos proprietários de terra não terem o hábito de regularizarem seus terrenos, pois essas áreas se encontram em regiões extensas e com pouca atratividade econômica.

Da mesma forma, há dificuldades também com relação aos trâmites para implantação dos parques eólicos, que de acordo com a Lei de Terras do Estado nº 3.038, de 10 de outubro de 1972, estabelece o preço por hectare para aquisição de terra devoluta ao estado, sendo que a geração e transmissão de energia não é considerada como uma atividade prioritária para o interesse de desenvolvimento econômico na Bahia.

Diante disto, os entrevistados EG1 e EG5, afirmam que a questão regulatória ainda possui entraves a serem superados, já que este âmbito é dinâmico, sendo necessário revisar regularmente suas normas. Somado a isto, o entrevistado EG3 defende que a Bahia dispõe de instrumentos regulatórios e institucionais suficientes e eficientes, porém é importante que continue trabalhando na melhoria, principalmente com relação à questão fundiária e na manutenção da celeridade dos processos de licenciamento ambiental.

Neste contexto, o entrevistado EG2 afirma que o maior problema é a ausência de leilões de energia, tanto para geração quanto para transmissão, já que por mais que sejam problemas de cunho técnico, tem uma decisão política por trás que vislumbra o desenvolvimento do país.

Em consonância com esta afirmação, o entrevistado EG6 acrescenta que:

EG6: O real problema foi decorrente da crise econômica, com o cancelamento do leilão e a falta de continuidade e previsibilidade para que essas empresas pudessem se planejar melhor, que se definisse um calendário de leilões, que permitissem que essas empresas se instalassem de uma forma mais adequada.

Atrelado a isto, o entrevistado EG4 declara que a indústria de turbinas eólicas na Bahia não apresenta desafio político, já que “os gargalos existentes são de ordem nacional e os incentivos devem partir da premissa de que a indústria atinge o território brasileiro como um todo.”.

Porém, divergente desta declaração, na opinião do entrevistado EF1 a Bahia apresenta entrave com relação à segurança jurídica para os investidores:

EF1: Na Bahia há certa instabilidade política, devido às mudanças relativas à questão de incentivos fiscais e tributação, perpassando por um momento de fornecimento de incentivos e, posteriormente, de aumento da arrecadação. O mesmo declara que os empresários prezam muito por instalar suas fábricas em locais que apresentam maior estabilidade, tendo em vista que a constante mudança política afeta o preço do seu produto, e por haver outras opções para a implantação de suas firmas no país, isto se torna desvantajoso para a Bahia.

Diante disso, entende-se, segundo entrevistado EG5, que para atrair uma indústria é necessário que o estado ofereça condições adequadas para sua implantação, principalmente do ponto de vista das condições fiscais, logístico, a exemplo de estradas e disponibilidade de energia, assim como, na formação de mão de obra.

#### 4.4 INFRAESTRUTURA

O sistema rodoviário da Bahia é estruturado sobre quatro eixos principais (Figura 21), definidos pelas rodovias Federais BR-116, BR-101, BR-324 e BR-242, que permitem a integração do estado com todas as regiões do Brasil, facilitando o acesso aos principais mercados consumidores e produtores do país (SDE, 2018).



Figura 21 – Infraestrutura Terrestre da Bahia.

**Fonte:** Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2017).

Segundo Avena (2015), a Bahia tem três eixos ferroviários fundamentais: a Ferrovia Centro Atlântica, que liga o estado com o Sudeste do país; a Ferrovia Juazeiro-Aratu, ligando o bi-polo Juazeiro/Petrolina ao Porto de Aratu; e a Ferrovia Oeste-Leste (Fiol), ligando Ilhéus a Caetité e Barreiras. Ainda segundo o autor, a Fiol está em processo de construção enquanto as outras duas ferrovias estão em funcionamento precário e precisam de investimentos.

Somado a isto, o estado conta com a mais extensa costa marítima do Brasil, com aproximadamente 1.183 km, com destaque para a Baía de Todos os Santos, a segunda maior reentrância de águas profundas do mundo e a maior da América do Sul, dando ao estado condições naturais para sediar um importante complexo portuário (PELTBAHIA, 2004).

Atualmente, a Bahia conta com três portos – Salvador, Aratu e Ilhéus – oferecendo condições de acostagem e de operação do fluxo de mercadorias (CODEBA, 2017). Além destes portos, a Bahia conta também com um terminal público operado pela iniciativa privada (Terminal da Ponta da Laje/Ford) e com diversos outros terminais privados (Dow Química, Usiba/Gerdau, Moinho Dias Branco, Caravelas, Belmonte e Temadre) (SDE, 2018).

Somado a isto, os governos estadual e federal, por meio de parcerias público-privadas, estão realizando o Projeto "Porto Sul", que objetiva a construção do segundo maior porto do Nordeste na cidade de Ilhéus, tornando-o o principal canal para o transporte de mercadorias de toda a região Centro-Oeste do país (SDE, 2018).

Neste contexto, segundo o entrevistado EG4, a Bahia possui infraestrutura para atrair novos fabricantes e fornecedores do setor eólico, já que apresenta o centro industrial de Camaçari com condições vantajosas para a instalação de indústrias com esse perfil, devido à proximidade portuária, sistema de logística e de energia muito bem desenvolvidos, e disponibilidade de mão de obra, com a proximidade aos grandes centros para obtenção de profissionais mais capacitados. O mesmo ainda destaca que:

EG4: [...] não existe plenitude no sistema de infraestrutura nem da Bahia nem do Brasil como um todo, mas, por exemplo, a malha viária da Bahia já é uma malha que viabiliza o transporte de equipamentos, pois tem uma trafegabilidade razoável; a malha portuária também já possibilita fazer esse processo seja via cabotagem ou via transporte regulamentado, mas ainda existe a necessidade de alinhar alguns gargalos.

Somado a isso, o entrevistado EG3 afirma que toda a região em torno de Camaçari apresenta um bom sistema viário para o transporte de equipamentos e que o porto de Salvador

está mais eficiente, dando entrada e saída de equipamentos sem problemas, inclusive grande parte dos equipamentos importados entram pelo porto de Salvador.

Neste contexto, apesar do entrevistado EF1 concordar que a Bahia apresenta esta posição estratégica, o mesmo salienta que a questão portuária tem sido complexa, afirmando que:

EF1: [...] a Bahia não tem espaço suficiente nos portos para fazer a exportação e importação de produtos eólicos, e isso é um ponto que pesa muito para um fabricante que pretende se instalar na Bahia, já que boa parte da matéria-prima é internacional e a outra parte está praticamente centrada em São Paulo. Então uma empresa que pretende implantar sua fábrica na Bahia e precisa comprar um produto da China ou da Europa, no momento do transporte deste para o estado, ao invés de desembarcar no porto de Salvador ou Aratu, por exemplo, o mesmo é encaminhado para o porto de Santos, em São Paulo, sendo necessário ainda realizar o desembarço para a Bahia, onerando o serviço.

Por outro lado, o entrevistado EG1 declara que a Bahia possui uma boa disponibilidade de área, tendo em vista que muitos fabricantes tiveram incentivos e receberam um grande terreno com o valor subsidiado, visando à expansão e atração dos fornecedores ao estado, porém com a instabilidade do mercado é muito difícil continuar atraindo essas empresas.

Apesar das vantagens naturais, segundo dados da FIEB (2012), 90,0% de todo o transporte de cargas no estado é representado pelo modal rodoviário, sendo que este conta com um sistema de infraestrutura de transporte limitado, na qual, de acordo com a CNT (2017), boa parte da malha apresenta pavimentação classificada entre regular e ruim. Cabe salientar que este modal é vital para a indústria de turbinas eólicas, tendo em vista que, por meio do transporte rodoviário os equipamentos conseguem dirigir-se diretamente aos pontos origem-destino solicitados, o que facilita a movimentação das mercadorias aos parques, já que estes costumam se localizar em áreas remotas (IESB, 2017).

Diante disso, o entrevistado EG2 acrescenta:

EG2: A gente tem entraves com restrições rodoviárias, como todos os estados brasileiros. Nossas rodovias são muito antigas, as pontes têm um projeto diferente que não evoluiu tecnicamente como o transporte de cargas, porém, se for analisar, a localização do estado no aspecto logística é excelente, porque a gente consegue estar no meio do grande mercado consumidor e do resto do Nordeste.

Em adição, o entrevistado EF1 declara que:

EF1: A questão da qualidade das estradas e dos portos para escoar os produtos é uma questão fundamental. A Bahia peca muito nisso, e não tem pauta governamental para tratar deste problema. Há dois governos atrás se falava muito da construção do porto em Ilhéus, mas esse assunto morreu e ficou parado em licença ambiental, se eu não me engano.

Neste contexto, o entrevistado EC1 afirma que a infraestrutura do estado da Bahia é carente, mesmo com os pesados esforços que o governo já desempenhou.

EC1: Eu acho que a gente pode evoluir muito, tanto nos portos, quanto nas ferrovias. Por exemplo, havia no passado a ideia da Fiol interligada ao porto de Ilhéus, e isso seria muito bom porque atenderia toda aquela região do Sudoeste baiano. Então você desembarcaria pás e aerogeradores no porto de Ilhéus, transportava pelo trem e já sairia direto em Guanambi, por exemplo.

Segundo o entrevistado EG3, o sistema rodoviário tem um grande desafio devido aos equipamentos, que com o passar dos anos estão mais longos e pesados, o que implica em uma sobrecarga nas rodovias e pontes. Ele afirma que uma das possibilidades de melhoria seria a construção da Ferrovia de Integração Oeste Leste e operação da Ferrovia Centro-Atlântica, pois assim teria condições de transportar esses equipamentos por ferrovia até determinada região e depois realizar o tombamento, dirigindo-os pelas rodovias.

Neste sentido, o entrevistado EC1 salienta a questão dos aeroportos e/ou aeródromos, tendo em vista que como as regiões que possuem maior potencial eólico se concentram no interior do estado, há pouca disponibilidade desta infraestrutura, e quando tem, geralmente, não há companhia aérea, o que dificulta e encarece o transporte, caso, por exemplo, necessite enviar um técnico para realizar manutenção de algum equipamento. Além disto, o mesmo acrescenta que “se tivesse uma infraestrutura a nível nacional melhor, portos, aeroportos, estrada de ferro, rodovias, comunicações, com certeza você cria um ambiente mais propício para o crescimento da eólica no Estado” (Entrevistado EC1).

Somada a isso, a Bahia enfrenta também outro grande gargalo associado às linhas de transmissão, cuja responsável é a CHESF. Estas linhas estão ligadas ao SIN, basicamente, por meio de dois pontos principais: uma linha de 500 kV, no sentido Leste-Oeste; uma linha também de 500 kV, conectando o complexo hidroelétrico de Sobradinho e Paulo Afonso ao



fase de implantação, como as obras da Odoiá e da Cymimasa. Em consonância, o entrevistado EG3 declara que a linha Cymimasa está adiantada em relação ao cronograma devido ao suporte que o governo deu ao licenciamento ambiental.

Além disso, as obras referentes às linhas de transmissão e subestações de competência da CHESF estão atrasadas a nível nacional por inoperância do próprio órgão, demonstrando incapacidade de execução. Diante disso, a CHESF está inabilitada para concorrer nos editais de linhas de transmissão do país.

Neste cenário, o entrevistado EG3 acrescenta que a CHESF chegou a ter mais de 100 linhas de transmissão em atraso no Nordeste, sendo que depois que o Ministério interveio, este número caiu substancialmente, porém ainda existem linhas com mais de 10 anos de atraso.

Diante disso, o entrevistado EC2 afirma, de forma enfática, que a dificuldade principal que a Bahia enfrenta está na falta de conexão dessas linhas, tendo em vista que mais de 50,0% do interior do estado está sem margem para escoamento. Complementando esta afirmação, o entrevistado EF1 declara que esse déficit na conexão é prejudicial para o pleno funcionamento da cadeia produtiva, já que sem parques não há necessidade de se produzir equipamentos.

Por fim, na opinião do entrevistado EC1, o maior problema infraestrutural do estado da Bahia é com relação às rodovias, porém quando se analisa o macro, as linhas de transmissão são o maior entrave, pois o fato de a Bahia não poder competir no leilão por falta de escoamento elétrico está dificultando todo um setor. Ainda de acordo com o entrevistado, o Brasil precisa melhorar o planejamento.

EC1: Os leilões não podem ser de curto prazo e visar apenas à modicidade tarifária de 10 centavos a mais ou a menos na tarifa; mas sim uma visão maior, porque só se cresce assim, a infraestrutura tem que andar à frente do investimento, ela não pode andar *pari passu* ou atrás.

#### 4.5 RECURSOS HUMANOS

Com a grande expressividade da Bahia no cenário brasileiro, é indispensável ressaltar os resultados advindos dos empregos gerados pela energia eólica ao longo da cadeia produtiva. Estes são divididos em três categorias: empregos gerados em desenvolvimento tecnológico, que incluem investimentos em P&D e fabricação de equipamentos, cujo volume

de emprego é considerado médio; instalação e descomissionamento de usinas, que incluem planeamento, gestão de projetos, transporte e construção de usinas, com volume alto de empregos gerados; e, por fim, Operação e Manutenção (O&M), que além dos próprios serviços de O&M da usina, incluem a geração e distribuição de energia, considerado um volume baixo de empregos (SIMAS, 2012; SASTRESA *et al.*, 2010).

A média de empregos totais por ano, que representa a soma de empregos diretos e indiretos gerados por MW instalado no setor de energia eólica, dividido em categorias, é apresentada na tabela a seguir (Tabela 4).

Tabela 4 – Empregos totais gerados no setor de energia eólica por MW.

Cenários	Total
Fabricação – nacelle	0,91
Fabricação – pá	1,75
Fabricação – torre aço	0,81
Fabricação – torre concreto	0,79
Transporte	0,19
Construção	7,51
O&M	0,57
<b>Total</b>	<b>11,74/11,72<sup>1</sup></b>

**Fonte:** Adaptado a partir dos dados da ABEEólica (2017a).

Por meio desses dados, nota-se que há uma diferença na quantidade de empregos gerados de acordo com o tipo de torre a ser usado no empreendimento. Além disso, fica evidenciado também que a etapa de construção é a que mais gera empregos, seguida da fabricação de aerogeradores, O&M e transporte.

Segundo o entrevistado EF1, o potencial de geração de empregos neste setor é enorme, afirmando que poucas indústrias empregam tanto quanto a indústria eólica:

EF1: O mais interessante do perfil da indústria eólica é que, além da fábrica empregar mão de obra técnica como engenheiros e pessoal do administrativo, ela emprega muita mão de obra que não necessita de alto nível de qualificação, porque é uma indústria que exige manufatura e, conseqüentemente, uso de mão de obra intensiva, o que é muito raro.

Neste contexto, é importante frisar que apesar da geração de empregos ser relevante, grande parte dos postos de trabalho apresenta caráter temporário, a exemplo da geração de

<sup>1</sup>Como não é possível contratar a fração de uma pessoa, estima-se 15 postos de trabalho por MW instalado.

empregos na construção civil dos parques, sendo esta considerada a fase que mais emprega (SIMAS, 2013).

Segundo o entrevistado EC1 a geração de empregos durante a fase de construção civil é muito grande, chegando a empregar mais de 3.000 pessoas, porém na fase de operação esse número não chega a 30, pois os equipamentos eólicos são extremamente automatizados, com aerogeradores, por exemplo, sendo controlados e acompanhados nos EUA.

Nesse contexto, com o intuito de estabelecer um valor fixo para a quantidade de empregos gerados por MW, foi adotada a média realizada pela ABEEólica (2017a), igual a 15 empregos por MW.

Segundo o entrevistado EG2, a estimativa da ABEEólica (2017a) é a mais utilizada para construir todo material do governo. Ele afirma que estes empregos são gerados por toda cadeia, desde a regularização fundiária, prospecção de áreas, fabricação, construção – fase que mais gera empregos –, entre outros. Complementando essa declaração, o entrevistado EG3 aponta que desses 15 empregos gerados em toda a cadeia, aproximadamente 12 são gerados na fase de construção.

Diante do interesse na veracidade desta informação para esta pesquisa, será adotado o valor da torre de aço (0,81) para o cálculo da geração de empregos durante a fabricação de aerogeradores.

Segundo o “Banco de Informações de Geração” da ANEEL (2018b), atualmente, o estado da Bahia, considerado o que mais cadastra projetos ao analisar o histórico de leilões, contém 93 empreendimentos em operação, com potência instalada de cerca de 2.324 MW; portanto, estima-se que foram gerados mais de 21 mil postos de trabalho ao longo da cadeia e quase 3 mil empregos na fabricação de aerogeradores. Levando em consideração que existem projetos a serem construídos, muito mais empregos serão gerados, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativa do total de empregos por MW gerados na Bahia.

Status	Quantidade	Potência (MW)	Empregos			
			Fabricação	Transporte	Construção	O&M
<b>Operação</b>	93	2.324,94	2.689,18	441,74	17.460,31	1.325,22
<b>Construção</b>	83	1.801,65	2.083,91	342,31	13.530,39	1.026,94
<b>Construção não iniciada</b>	61	1.253,30	1.449,65	238,13	9.412,28	714,38
<b>Total</b>	<b>237,00</b>	<b>5.379,89</b>	<b>6.223</b>	<b>1.022</b>	<b>40.403</b>	<b>3.067</b>

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados da ANEEL (2018b) e da ABEEólica (2017a).

Além da quantidade de empregos gerados pela indústria de turbinas eólicas e de toda a cadeia produtiva, ainda há a vantagem do aumento da renda no interior do estado, tendo em vista que milhões de reais são inseridos anualmente e de forma crescente nas economias de municípios do Semiárido baiano devido ao arrendamento das áreas. Os proprietários rurais recebem cerca de R\$ 5.500,00/ano por cada aerogerador instalado em suas terras (RODRIGUES; COSTA, 2012) e o pagamento dos arrendamentos representa geração e injeção de renda por, no mínimo, 20 anos em regiões que, em sua maioria, são bastante carentes e com economias estagnadas (GANNOUM, 2015).

Diante dessa expressividade no setor, é importante destacar que a Bahia, por possuir o Polo Industrial, dispõe de profissionais aptos para trabalhar em empreendimentos de grande porte, o que facilita e assegura os empresários na contratação, já que o recurso humano disponível está mais adaptado à cultura dessas empresas e à execução das atividades (VALVERDE, 2017).

De acordo com os entrevistados EG6 e EG3, o estado da Bahia não enfrenta um desafio significativo de recursos humanos, pois a indústria de equipamentos está localizada numa região onde existe disponibilidade para o que as empresas precisam, como a Região Metropolitana de Salvador, Camaçari e Simões Filho, além dos cursos de tecnologia e universitários.

Neste contexto, o entrevistado EF1 afirma que um fator estratégico da Bahia é justamente dispor em seu território o Polo Industrial de Camaçari, que já possui tradição na indústria petroquímica, e, conseqüentemente, possui profissionais com qualificação técnica de mão de obra.

Porém, segundo o entrevistado EC1, o estado da Bahia apresenta dificuldades para algumas posições de trabalho, mesmo diante do vasto parque eólico existente, principalmente no que concerne à formação de engenheiros qualificados na área de manutenção. Ele afirma que há dificuldade também para a formação de técnicos capacitados na área de eólica, e, devido a isto, as montadoras costumam realizar cursos de capacitação, encaminhando, inclusive, os funcionários para outros países como forma de torná-los aptos na execução das atividades, além de firmar acordos com outras empresas do mesmo ramo para não absorver a mão de obra uma das outras, diante do grande investimento realizado.

Na opinião do entrevistado EG5, se fizer um paralelo com alguns estados, por exemplo, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Rio de

Janeiro, nota-se uma diferença gigantesca no mercado de geração de mão de obra ao comparar com o estado da Bahia, devido ao perfil socioeconômico desta região. Ele afirma que:

EG5: [...] não se faz nem se produz mão de obra especializada da noite para o dia, você precisa de institutos de tecnologia, de transferência de informações, informações de um período muito longo de tempo, e para isso você precisa de instruções, e apesar da Bahia ter avançado, ainda temos carência de mão de obra em nosso Estado em algumas funções.

Em adição, o entrevistado EC1 afirma que a falta de fornecedores no estado está associada à falta de capacitação.

EC1: [...] Um grande problema é que determinados itens exigem uma especialidade, uma competência, que infelizmente nós não temos fábricas aqui adaptadas pra isso. Então uma série de pequenos componentes de aerogeradores vem de São Paulo, e alguns só têm um fornecedor no país inteiro, porque isto é uma questão de especialização que talvez esteja faltando.

Divergente desta opinião, o entrevistado EG1 afirma que este segmento não requer uma especialização tão grande, sendo necessário apenas o treinamento de pessoal. Em consonância com essa afirmativa, o entrevistado EG4 diz que a grande massa dos 15 empregos gerados a cada MW é de pessoal com mão de obra pouco especializada, declarando:

EG4: [...] Que tipo de emprego é esse? Para os baianos é a parte da construção civil desses empreendimentos. A parte de *know-how* de transferência de tecnologia, monitoramento do sistema, concepção de projetos, muito pouco se fala aqui no estado. Esses projetos já vêm com o seu conceito de engenharia pronto para serem absorvidos e implantados na Bahia, obviamente raras exceções, por exemplo, da construção civil de acesso rodoviário, ou de montagem de linha de transmissão. [...] Diante disso, é necessário formar mão de obra e entender que isto vai demandar tempo, porque como qualquer indústria nascente, é necessário haver a migração para adquirir *know-how*.

Porém, o entrevistado EG4 afirma que no caso do setor eólico, o estado da Bahia contribuiu no processo de formação de mão de obra, principalmente na questão de tratamento de dados para entender a dinâmica dos ventos, com o Atlas Eólico da Bahia, realizado pela dinamização do que foi concebido dentro do Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia

SENAI/CIMATEC. Além disso, o mesmo afirma que existem também estudos voltados para a parte de componentes eletromecânicos e da aerodinâmica das pás.

O SENAI/CIMATEC, considerado um dos mais avançados centros tecnológicos do Brasil, desenvolve diversos programas que apoiam o avanço tecnológico e a educação, a exemplo de cursos técnicos, de graduação e pós-graduação, o que contribui para o processo de desenvolvimento econômico, de recursos humanos e da indústria do estado (SENAI/CIMATEC, 2017).

Segundo o entrevistado EC1, a formação de profissionais locais é muito interessante para o empresário, pois auxilia na redução de custos e, além disso, firma os funcionários no emprego, já que eles não têm o interesse em trabalhar na empresa apenas como forma de alavancar a carreira, e posteriormente impulsioná-lo para outro estado.

Por outro lado, o entrevistado EG5 argumenta que existem perspectivas também pela própria implantação do parque, tendo em vista que as empresas têm que dar um contrapartida ao estado, cuja exigência, geralmente, é a qualificação da mão de obra local com cursos de treinamento para a comunidade, como por exemplo, de eletrotécnica e eletrônica, e isto pode propiciar a criação de novos negócios para os próprios moradores dessas regiões, ajudando a desmistificar a energia eólica e trazendo desenvolvimento de forma planejada e sustentável.

O entrevistado EG3 acrescenta que nas regiões do semiárido grande parte da mão de obra necessária é de construção civil e as empresas não têm encontrado grandes dificuldades em ter essa mão de obra treinada e capacitada, tendo em vista que no interior a população abraça os projetos eólicos, se capacita e trabalha incansavelmente.

Ademais, Valverde (2017) afirma que a Bahia apresenta um problema com a questão sindical para o setor de eólica, já que algumas empresas encontram dificuldade nas relações com o sindicato.

De acordo com o entrevistado EF1 o sindicato é sempre uma questão problemática, pois influencia bastante no custo de fabricação dos produtos. O mesmo afirma que:

EF1: A diferença do sindicato da Bahia para outros estados é que existem práticas exigidas, como: forma de trabalho, regime de trabalho e jornada de trabalho; que tornam o custo da mão de obra baiana mais cara do que a de outros estados, a exemplo de São Paulo, culminando em uma desvantagem competitiva.

Segundo o entrevistado EG1, os empresários encontram dificuldade na aceitação de algumas obrigações, como o pagamento de férias, horas compensadas e o transporte do

funcionário ao trabalho, tendo em vista que como a maioria das empresas é de origem estrangeira, a legislação aplicada em seu país é completamente diferente da brasileira, sendo que esta foge muito da realidade internacional. O mesmo afirma que mesmo sendo uma realidade da legislação brasileira, este pode funcionar como uma barreira de entrada para novas empresas, apesar de ser facilmente resolvido por meio da articulação do governo com os empresários.

Ademais, o entrevistado EG3 declara que a relação sindical não tem sido complexa, havendo alguns problemas na área da construção civil na região mais próxima a Salvador, principalmente no que se refere ao desligamento considerável de pessoal. O mesmo afirma que com a recente falta de leilões isso vai criando uma dificuldade, mas que quando se tem projetos, não há problemas significativos.

#### 4.6 TECNOLOGIA

A Bahia apresenta uma estrutura satisfatória para a cadeia produtiva do setor eólico, possuindo unidades de montagem de aerogeradores e fábricas de componentes e subcomponentes. No entanto, os principais fabricantes comandando o processo de desenvolvimento dessa indústria são estrangeiros, a exemplo da GE/Alstom, Siemens/Gamesa e Nordex/Acciona.

Isto significa que a expansão do mercado eólico se desenvolve devido às tecnologias dos países líderes, tendo em vista que eles detém o conhecimento do setor. Diante disso, como as montadoras de aerogeradores comumente recebem componentes fabricados por outras empresas e apenas realizam a integração, normalmente, os fornecedores locais de componentes e subcomponentes apenas executam o projeto, ou seja, atendem às especificações e instruções de fabricação do projetista do aerogerador, dificultando o surgimento de novas empresas do setor de inovações incrementais (CGEE, 2015).

À vista disso e da necessidade de se criar oferta de serviços, está sendo desenvolvido na Bahia o complexo tecnológico e industrial “CIMATEC Industrial”, que visa atender às necessidades do mercado, sendo capaz de suportar boa parte das demandas já identificadas da indústria e não atendidas, como a criação de novas possibilidades, a exemplo de testes para motores e pás no processo de certificação na indústria eólica do Brasil (FIEB, 2016).

Segundo o entrevistado EG1, o CIMATEC Industrial é um instituto tecnológico de energias renováveis que tem a previsão de se tornar um centro de certificação. Este centro

deve conter uma estrutura em torno de 6 a 7 grandes complexos, tanto de capacitação de mão de obra na área de segurança e manutenção de aerogeradores quanto na realização de testes anemométricos e testes de pá do túnel de vento.

O processo de certificação consiste na realização de testes experimentais, seja para validação dos critérios de projeto ou para certificação de aerogeradores, requisitado por agentes financiadores e desenvolvedores de projetos eólicos como forma de minimizar riscos e aumentar a confiança dos agentes envolvidos na contratação, no financiamento, na fiscalização, na operação e na manutenção de parques eólicos (CGEE, 2015).

Sendo assim, diante do potencial para o desenvolvimento tecnológico de alguns fabricantes, e levando em consideração que a nível mundial existem poucos laboratórios credenciados e reconhecidos para a realização de testes, o número de componentes a ser testado por ano acaba se restringindo, limitando a quantidade e a velocidade de produtos que poderiam ser desenvolvidos (BEZERRA; SANTOS, 2017; CGEE, 2015).

Em consonância com esta afirmativa, o entrevistado EG2 declara que as empresas que fazem certificações de pás no mundo estão congestionadas, já que para cada parque é necessário fazer uma certificação de pá para que ele acople corretamente com o tipo de aerogerador, logo, o CIMATEC Industrial vai propiciar a capacitação de pessoas no estado e abrir novas oportunidades, já que não existe um centro de certificação no Brasil.

Além deste centro, o Parque Tecnológico da Bahia também auxilia no desenvolvimento tecnológico do estado, já que apresenta, dentre seus diversos segmentos, a área de energia e engenharia, que busca estimular trabalhos na aplicabilidade de novas fontes para a geração de energia, a exemplo da eólica. Além disso, este centro opera como instrumento de atração de empresas, de suporte à interação entre universidades e empresas e de envolvimento com relação às estratégias de fortalecimento da produção científica (SECTI, 2017).

Cabe salientar também a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) que fornece bolsas para formação continuada de pesquisadores e profissionais com o intuito de desenvolver a capacitação tecnológica do estado (SDE, 2018).

Diante disso, com o crescimento dessa indústria, a criação de cursos de capacitação nas universidades baianas e a formação de grupos de pesquisa nessa área aumentaram. Segundo o Censo 2016 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2016), atualmente a Bahia conta com 1.821 grupos de pesquisa, 7.762 linhas de pesquisa e 15 instituições de ensino superior, ficando em sétimo lugar no ranking brasileiro,

representando 4,8% do total, além de possuir 51 cursos de graduação em áreas científicas e tecnológicas, e diversos outros de pós-graduação.

Porém, perante esta tendência, é importante destacar que a pesquisa de cunho tecnológico é incipiente na Bahia, já que por meio da observação dos registros de patente em relação à origem dos depositantes residentes por estado da federação em 2016, fica evidente uma significativa concentração em estados do Sul e Sudeste, representando mais de 50,0% dos registros (INPI, 2017), conforme apresenta a Figura 23.

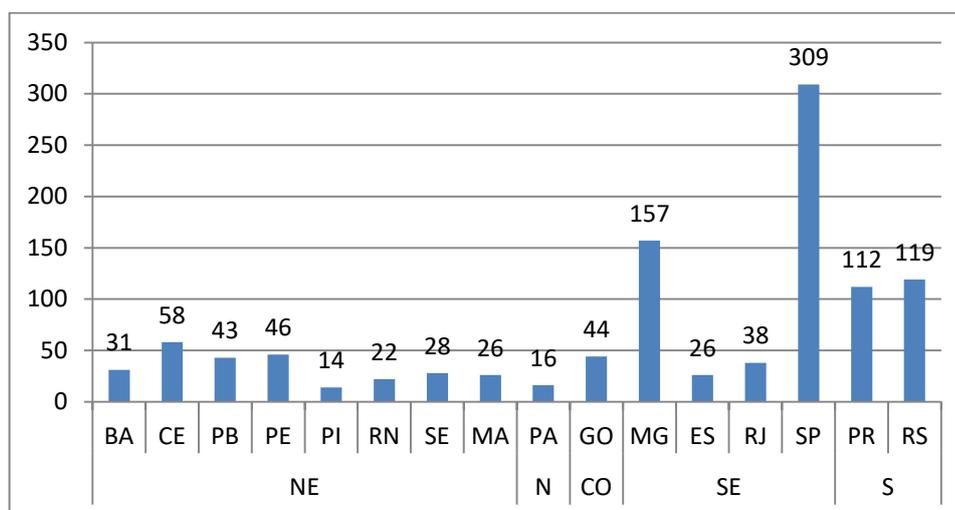


Figura 23 – Patentes de Invenção 2016 - Estados da Federação.

**Fonte:** Elaborado a partir de dados do INPI (2017).

Além disso, segundo dados do Boletim Ibero-americano de Tecnologia da Informação (IBEPI, 2017) foram publicados no Brasil 111 depósitos sobre energia eólica no segundo semestre de 2016, sendo sete com a primeira prioridade nacional e outros 104 com prioridades estrangeiras, conforme mostra a Figura 24, demonstrando que esta incipiência é a nível nacional.

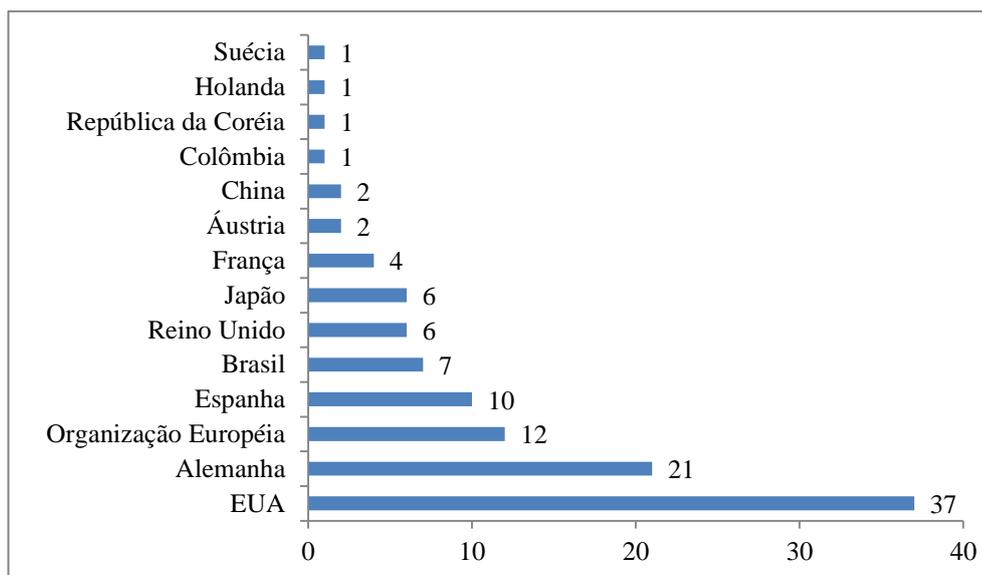


Figura 24 – Aplicações apresentadas pelos respectivos países de origem.

**Fonte:** Elaborado a partir de dados do IBEPI (2017).

Deste total, ao se analisar os fabricantes de aerogeradores com pedidos de patentes publicados no Brasil, nota-se que a empresa que representa o maior número de aplicações é a General Electric (GE), com 53,0%; seguida pela Wobben, com 20,0%; e pela Gamesa, com 14,0% (Figura 25).

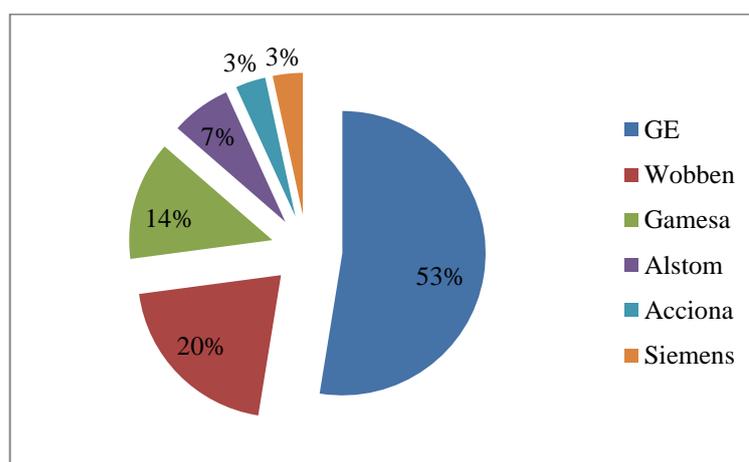


Figura 25 – Candidatos ao pedido de patentes no segundo semestre de 2016 no Brasil.

**Fonte:** Elaborado a partir dos dados do IBEPI (2017).

É importante salientar que o forte posicionamento, a curva de aprendizado acelerada de investidores globais na área de eólica e a dependência nacional por tecnologias estrangeiras possibilitam que o setor se desenvolva apenas pela dinâmica das forças de mercado, podendo

acarretar na perda do *timing*, deixando-se de gerar oportunidades endógenas (BEZERRA *et al.*, 2015).

Diante do exposto, o entrevistado EC1 declara que:

EC1: A tecnologia é preponderante. Nós estamos numa atividade de ponta, então cada ganho tecnológico vai ser refletido na melhoria do negócio como um todo, eficiência, redução de custos, manutenção menos frequente, maior vida útil. Então quer dizer, a tecnologia é intrinsecamente ligada ao nosso trabalho, ao nosso serviço, e como é um ramo relativamente novo, nós ainda estamos experimentando ganhos tecnológicos, não são mais saltos, que já foram se analisar os primeiros aerogeradores comerciais e os atuais.

Complementando esta afirmativa, o entrevistado EG4 acrescenta que a presença de empresas estrangeiras no território baiano é fundamental para a transferência de *know-how* e tecnologia. Ele afirma que:

EG4: O SENAI/CIMATEC foi uma das instituições que o estado abraçou no sentido de transferência e *know-how* tecnológico, por exemplo, para a parte de medições anemométricas feitas a partir do Atlas Eólico do estado, na perspectiva de trazer desenvolvimento e base de geração de projetos, medições, características dos geradores, aquilo que se adapta ao território do estado da Bahia em relação às características do vento que aqui estão.

Somado a isso, o entrevistado EG3 afirma que a transferência de tecnologia é absolutamente fundamental:

EG3: [...] é com a transferência que você consegue criar massa crítica local. Sem massa crítica local você não consegue desenvolver mais nada. Então a transferência de tecnologia é um dos itens essenciais para que a inteligência local dos centros de pesquisas e das universidades domine a tecnologia e possam a partir daí, propor alterações e novos desenvolvimentos. Sem transferência de tecnologia você não consegue fazer nada.

Neste sentido, o entrevistado EF1 afirma:

EF1: Eu acho que a Bahia possui condições necessárias para absorver conhecimento por meio da transferência tecnológica, já que possui como vantagem a questão logística, sua posição estratégica, e disponibilidade de mão de obra qualificada, o que é importantíssimo

para atuar no processo de atração de indústrias. Neste sentido, é necessário implantar uma indústria de tradição, para absorver *know how*, e, posteriormente, atrair, também, potencial humano.

Ainda de acordo com esse entrevistado, desenvolver tecnologia para a produção de equipamentos mais complexos seria algo de anos, décadas. Para exemplificar, o entrevistado EF1 afirma que para o desenvolvimento de uma turbina, equipamento este que atende a múltiplos mercados, não apenas o eólico, é exigido um domínio tecnológico muito grande, que está centrado nas empresas líderes mundiais, a exemplo da General Eletric.

Nesse sentido, apesar dos entrevistados EC2 e EG6 defenderem a possibilidade de fabricar peças e subcomponentes nacionais, os mesmos argumentam que não acreditam que irá haver muita transferência tecnológica, pois como o mercado é global é mais fácil as grandes empresas se instalarem, não fazendo sentido um fabricante local produzir, já que o mesmo não vai ter uma infraestrutura, desenvolvimento de pesquisa e investimento suficientes.

Ademais, cabe destacar que os aerogeradores de grande porte instalados no Brasil são produzidos com tecnologia desenvolvida em seus países de origem e, naturalmente, se adequam melhor às condições para as quais foram projetados, logo, os aerogeradores precisam ser mais adaptados às características do Brasil, para torná-los mais condizentes com a realidade do país (BEZERRA; SANTOS, 2017).

Complementando esta informação, o entrevistado EC1 declara que:

EC1: A grande diferença que nós temos é que os aerogeradores são fabricados de acordo com a norma europeia, essa norma é testada e prevista para as condições da Europa, então quando se definiram as classes de vento, na Europa você tem muita turbulência e fenômenos associados como neve, no Sertão você não tem, o vento baiano é constante, nosso grande problema é outro. Na Europa um vento considerado bom, o fator de capacidade é em torno de 30,0%, aqui os nossos são em torno de 50,0%, então assim, o desgaste, nós estamos falando de equipamentos rotativos, é muito maior, mas em compensação, eu não tenho a questão da turbulência, fenômenos climáticos.

Diante disso, o entrevistado EG3 afirma que é necessário adequar estes equipamentos às condições locais, termo este denominado tropicalização. O mesmo defende que:

EG3: Com a tropicalização você poderia inclusive reduzir o peso do equipamento, o custo, tudo isso. Ao mesmo tempo, ventos unidirecionais, relativamente constantes, mesmo não sofrendo rajadas, que são os ventos presentes na Bahia, de 7 a 10 m/s, faz com que o equipamento, principalmente a torre, tenha um estresse constante em uma única direção, diferentemente das regiões na qual o aerogerador foi projetado. Então isso é uma questão que dentro do tempo de vida útil do equipamento, pode precisar ser revista, porque o equipamento está para funcionar 20 anos para regiões cujo meio natural é totalmente adverso ao da Bahia.

Adicionalmente, o entrevistado EG4 argumenta que:

EG4: Não adianta trazer um equipamento que foi montado na Noruega e colocar no Brasil achando que vai dar tudo certo. Esta customização, essa evolução, isso sim é desenvolvimento tecnológico, a partir de uma base já existe.

Ainda segundo o entrevistado EG3, a tropicalização é uma forma de trazer desenvolvimento tecnológico local, tendo em vista que é ilógico para as empresas estrangeiras adaptar o aerogerador para condições locais, devido a questões como demanda e desconhecimento do meio.

Em adição, o entrevistado EG4 declara que:

EG4: O Brasil tem a capacidade de desenvolver algo nesse sentido, para quem tem uma indústria espacial como nós temos, eu acredito que não teríamos maiores problemas, a questão é atrair isso as necessidades do mercado neste momento.

Nesse contexto, o entrevistado EF1 salienta que a possibilidade da tropicalização existe desde que haja um projeto focado no seu desenvolvimento, pois esses subcomponentes são muito específicos e exigem um conhecimento muito técnico.

Justificando esta declaração, o entrevistado EG6 complementa:

EG6: Quando você traz uma empresa que se instala aqui, ela vai procurar demanda, nacionalizar, domesticar os componentes, buscando o custo-benefício, porque ela tem que ter um custo mais competitivo e valor mais baixo, e se tiver todas as condições para você gerar esse ativo, não tem problema para ser feito. Algumas peças, um material muito específico, tudo bem, mas isso é questão de tempo, de vontade e oportunidade. Ninguém vai investir, por exemplo, no desenvolvimento de uma peça específica se você não tiver uma

sequência, uma visão clara de qual vai ser a demanda, os benefícios e o que aquilo vai representar. A indústria vai ter que fazer uma avaliação econômica se aquele investimento vai ter retorno, e, além disso, em função também da segurança que o empresário vai ter, por meio do plano de investimento e fornecimento ser de forma contínua.

Além disso, reitera-se que com o desenvolvimento tecnológico as tendências mundiais em termos de aerogeradores apontam para o aumento da altura das torres, e, conseqüentemente o raio das pás. Diante disso, o entrevistado EG5 afirma que este é um grande desafio tecnológico, pois “a tecnologia tem que estar não só no desenvolvimento dos equipamentos como também dos processos, na melhoria do que já existe e na eficiência.”. Sendo assim, o mesmo argumenta que com a implantação desses grandes aerogeradores, desafios terão que ser superados, principalmente, na parte logística, não apenas na Bahia, mas a nível mundial, pois será necessário avaliar a forma como estes seriam transportados, o tamanho dos navios, o raio de curvatura do caminhão, e principalmente a malha rodoviária.

O Quadro 11 traz o resumo dos posicionamentos dos *stakeholders* consultados na pesquisa de campo quanto às questões mais relevantes levantadas e o Quadro 12 apresenta uma síntese de discussão dos posicionamentos consolidados.

Quadro 11 – Síntese dos posicionamentos dos *stakeholders* frente às questões formuladas na pesquisa de campo.

Fatores Competitivos	Elementos	Stakeholders								
		Governo						Fornecedor	Investidor	
		EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EF1	EC1	EC2
Mercado	Concentração industrial em São Paulo prejudica o desenvolvimento da cadeia produtiva na Bahia	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Regularidade dos leilões é fundamental para manter a cadeia produtiva funcionando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	O mercado é e continuará sendo dominado por empresas estrangeiras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Recursos Físicos	Potencial eólico é motivo determinante para atração e o desenvolvimento da indústria de aerogeradores	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Atuação Governamental	O apoio institucional e o papel de articulação do Estado com outras autarquias do governo foi determinante para a atração das indústrias de aerogeradores	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Infraestrutura	Localização do Estado é motivo de atração das empresas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Condições de estradas, portos e rodovias são suficientes para atender a indústria na Bahia	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Atrasos com as LTs prejudicam a cadeia produtiva	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Recursos Humanos	Dificuldade com a qualificação e capacitação da mão de obra local para atuar na indústria	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
	Problema sindical	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Tecnologia	A Bahia tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores com tecnologia nacional	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	A Bahia pode absorver conhecimento por meio da transferência tecnológica	É possível	É possível	Sim	Sim	É possível	Acredita que não irá haver muita transferência	Acredita que não irá haver muita transferência	É possível	Acredita que não irá haver muita transferência
	A Bahia tem capacidade para desenvolver peças, subcomponentes e componentes com tecnologia nacional (tropicalização)	Sim	Sim	Sim	É possível	É possível	É possível	É possível	É possível	É possível

Quadro 12 – Síntese de discussão frente às referências levantadas e às questões formuladas na pesquisa de campo.

<b>Fatores Competitivos</b>	<b>Elementos</b>	<b>Consolidado dos Stakeholders</b>	<b>Síntese de Discussão</b>
Mercado	Concentração industrial em São Paulo interfere no desenvolvimento da cadeia produtiva na Bahia	(Sim) Convergência	O centro das decisões dessa indústria ocorre em São Paulo, tendo em vista os predicados que este Estado possui para absorver empresas nesse nível, o que interfere que a Bahia obtenha expertise na área, a exemplo do conceito e da concepção da engenharia dos projetos, limitando seu mercado.
	Regularidade dos leilões é fundamental para manter a cadeia produtiva funcionando	(Sim) Convergência	O desenvolvimento da indústria eólica depende do crescimento econômico e do crescimento da demanda por energia elétrica no País.
	O mercado é e continuará sendo dominado por empresas estrangeiras	(Sim) Convergência	Este vai ser sempre um segmento industrial dominado pelas grandes empresas estrangeiras, tendo em vista que este setor é extremamente competitivo e exige tecnologia bastante madura e altos investimentos.
Recursos Físicos	Potencial eólico é motivo determinante para atração e o desenvolvimento da indústria de aerogeradores	(Sim) Convergência	A grande vantagem do mercado eólico na Bahia é devido à questão dos bons ventos situados no sertão, com fator de capacidade bastante significativo, e a sua grande extensão territorial, que escapa da competição econômica das áreas situadas próximas ao litoral do Nordeste. Devido a essa qualidade de vento, as máquinas podem ter atributos técnicos que possibilitam sua customização, o que torna o valor delas um pouco mais barato. Além disso, a proximidade da indústria à região de grande potencial eólico possibilita redução de custos associados à questão logística.
Atuação Governamental	O apoio institucional e o papel de articulação do Estado com outras autarquias do governo foi determinante para a atração das indústrias de aerogeradores	(Sim) Convergência	A grande diferença da Bahia para outros Estados está no apoio institucional e pelo papel de articulação que o governo do estado tem com o empreendedor.

Infraestrutura	Localização do estado é motivo de atração das empresas	(Sim) Convergência	A localização da Bahia permite a integração do estado com todas as regiões do Brasil, proporcionando acesso facilitado aos principais mercados.
	Condições de estradas, portos e ferrovias são suficientes para atender à indústria na Bahia	(Sim/Não) Sem convergência	A infraestrutura que a Bahia apresenta hoje é razoável, mas é necessário alinhar alguns gargalos, principalmente no que concerne à trafegabilidade da malha portuária. Nesse contexto, vale destacar que não existe plenitude no sistema de infraestrutura nem da Bahia nem do Brasil. Se houvesse uma infraestrutura em nível nacional melhor, portos, aeroportos, estrada de ferro, rodovias, comunicações, com certeza haveria um ambiente mais propício para o crescimento da eólica no estado.
	Atrasos com as LTs prejudicam a cadeia produtiva	(Sim) Convergência	A dificuldade principal que a Bahia enfrenta está na falta de conexão dessas linhas, pois a partir do momento em que a Bahia não pode competir no leilão por falta de escoamento elétrico, está dificultando todo o setor, principalmente da indústria de aerogeradores.
Recursos Humanos	Dificuldade com a qualificação e capacitação da mão de obra local para atuar na indústria	(Sim/Não) Sem convergência	A Bahia não enfrenta um desafio significativo de recursos humanos, devido à proximidade da indústria de equipamentos aos grandes centros, como a Região Metropolitana de Salvador, Camaçari e Simões Filho. Porém, é importante frisar que a grande massa de empregos é destinada para a construção civil dos empreendimentos, já a parte de <i>know-how</i> de transferência de tecnologia, monitoramento do sistema, concepção de projetos, não é muito aplicada.
	Problema sindical	(Sim/Não) Sem convergência	Há dificuldades com o custo da mão de obra baiana já que é mais cara quando comparada com alguns estados, a exemplo de São Paulo; na aceitação de algumas obrigações por parte das empresas estrangeiras, devido à legislação aplicada em seu país ser diferente da brasileira, e alguns problemas na área da construção civil, principalmente no que se refere ao desligamento considerável de pessoal. Porém, é importante salientar que a relação sindical não tem sido complexa.

Tecnologia	A Bahia tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores com tecnologia nacional	(Não) Convergência	A cadeia eólica é bastante sólida a nível mundial, com os fabricantes praticamente presentes em todos os mercados de trabalho. Neste contexto, nota-se que o País não tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores com tecnologia nacional, tendo em vista que este setor exige altos investimentos e necessita de tecnologia bastante madura, além de ser um mercado extremamente competitivo e concentrado.
	A Bahia pode absorver conhecimento por meio da transferência tecnológica	(Sim/Não) Sem convergência	Deve haver transferência tecnológica, mas não deve ser em grande escala, pois como se trata de um mercado global é mais fácil as grandes empresas se instalarem trazendo seu ciclo de desenvolvimento, já que o mesmo desfruta de infraestrutura, desenvolvimento de pesquisa e investimento suficientes.
	A Bahia tem capacidade para desenvolver peças, subcomponentes e componentes com tecnologia nacional (tropicalização)	(Sim) Convergência	A possibilidade de fabricar peças e subcomponentes nacionais existe, mas é importante destacar que isto é algo que demanda muito tempo, e que é indispensável que haja mercado, pois ninguém vai investir no desenvolvimento de uma peça específica se não tiver uma sequência, uma visão clara de qual vai ser a demanda, os benefícios e o que aquilo vai representar. É importante que continue dando incentivos para que essas montadoras permaneçam no mercado, para se obter <i>know how</i> destas, e, com isto focar no desenvolvimento de tecnologias regionais, caso haja mercado, porque, para essas grandes empresas, ter um fornecedor confiável local é sempre mais vantajoso do que importar.

# CAPÍTULO 5

---

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Diante do exposto, ao analisar os fatores competitivos para a atração da indústria de aerogeradores para a Bahia, pode-se afirmar que este estado apresenta características muito atraentes para projetos de energia eólica, devido, principalmente, ao seu grande potencial de geração, ao apoio fornecido pelo governo e aos incentivos que favorecem a instalação das indústrias. No entanto, algumas ações ainda precisam ser realizadas visando à contínua expansão da cadeia de produção e à incorporação das empresas fornecedoras de peças e subcomponentes nesse estado.

Os resultados indicam que a Bahia concentra atualmente os três maiores fabricantes do setor eólico brasileiro (General Electric/Alstom, Siemens/Gamesa e Nordex/Acciona), que representam mais de 50,0% do mercado em equipamentos eólicos nacional, além de contar com fornecedores de torres (Torrebras, Torres Eólicas do Nordeste e Wobben), se configurando como um grande polo eólico no Brasil.

No entanto, apesar da Bahia possuir unidades de montagem de aerogeradores e fábricas de componentes, este estado, quando comparado com a outras regiões do país, a exemplo do Sul e Sudeste, possui poucos fornecedores de insumos, peças e subcomponentes eólicos.

Neste contexto, ressalta-se que a região Sudeste concentra um grande polo de desenvolvimento de produtos ligados à energia eólica, mesmo apresentando potencial eólico pouco significativo (ABDI, 2014; OLIVEIRA NETO, 2016; VALVERDE, 2017). Com isto, observa-se que para uma região concentrar o mercado de aerogeradores não basta apenas ter um excelente potencial eólico, pois, é necessário também fomentar o encadeamento produtivo a partir de investimentos em infraestrutura, tais como: transportes, estradas, mão de obra qualificada, transmissão, logística, aspectos institucionais e investimentos financeiros.

Diante da pouca concentração de fornecedores, cabe destacar que para os empresários se sentirem seguros em investir na Bahia, conforme abordado por Pfeifer (2017) e ilustrado na Figura 13, é indispensável que os leilões tenham regularidade e continuidade,

assim os empresários poderão ter previsibilidade de produção. À luz disso, é preciso que o governo estabeleça ações visando o fomento do encadeamento produtivo por meio da comunicação continuamente aberta com os empresários, da manutenção de incentivos federais e estaduais adequados e de mecanismos que propiciem o desenvolvimento de fontes de financiamento.

Estas ações servem de apoio, principalmente, para atração dos fornecedores que estão concentrados no Sudeste do país, pois eles se sentirão mais seguros em investir em outros territórios, estimulando a criação de novos APLs.

Cabe destacar que o polo de Camaçari possui um grande potencial para o desenvolvimento de APLs, pois, conta com um número significativo de empresas que atuam em torno da indústria eólica (SDE, 2018; COFIC POLO, 2018). No entanto, há ainda a necessidade de que estas mantenham vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais como o governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa.

Em adição, infere-se que os fatores políticos representam grande impacto nas estratégias empresariais do setor eólico, confirmando a declaração de Lewis e Wisser (2007) e os depoimentos dos entrevistados, que afirmam que o apoio institucional e o papel de articulação do Governo do Estado têm sido fundamentais para garantir a competitividade do setor.

Os resultados provenientes do fator “Atuação Governamental” apontam que os pesados esforços políticos e econômicos que são dirigidos pelo estado da Bahia por intermédio de instrumentos regulatórios e institucionais e pela adoção de ações pelo setor produtivo almejam desenvolver e firmar um mercado estável de energia. Dentre estas ações, destaca-se o papel de articulação do estado, o sistema de licenciamento ambiental, os incentivos fiscais e o apoio logístico.

Além disso, salienta-se que a questão econômica é a que mais impacta nas estratégias empresariais para o desenvolvimento da energia eólica (SILVA *et al.*, 2013), tendo em vista que a não ocorrência de leilões está intimamente atrelada à baixa demanda por energia e à consequente crise econômica. Neste contexto, destaca-se que atualmente a indústria eólica está enfrentando um período de grande instabilidade e, diante disso, o mercado brasileiro se apresenta insuficiente para atender às necessidades deste setor, devido à alta capacidade produtiva das empresas e à baixa demanda dos leilões. Isso significa que mesmo a Bahia

apresentando vantagens bastante atrativas para esta indústria, é indispensável que se analise a situação brasileira e como ela afeta o estado.

Sendo assim, é substancial que a Bahia se articule com diferentes autarquias do Governo, reafirmando a importância da regularidade dos leilões para o desenvolvimento da cadeia produtiva como um todo, tendo em vista que sem as contratações a demanda por equipamentos eólicos é reduzida. Ademais, o estado deve buscar novas fontes de financiamento para infraestrutura, diante da baixa disponibilidade de recursos a serem ofertados pelo BNDES, justificada pela crise fiscal.

Os resultados do fator “Infraestrutura” demonstram que os problemas de conexão de rede podem limitar o desenvolvimento e a utilização da energia eólica. Essa assertiva é corroborada por Fan e Wang (2016) e Wang *et al.* (2012), que afirmam que a rede elétrica é um grande obstáculo para o crescimento da indústria de energia eólica, representando uma ameaça de longo prazo para a sua sustentabilidade, devido aos desafios de transmissão e integração, juntamente com a baixa capacidade inovadora de fabricantes locais e a escassez de recursos humanos. Neste contexto, o estado da Bahia precisa se articular com o Governo Federal visando novas alternativas de expansão das linhas com a finalidade de reforçar o abastecimento energético. Sem esses investimentos o mercado pode sofrer atrasos nas entregas de componentes e também na conexão das usinas eólicas.

Somado a isso, nota-se que com o desenvolvimento tecnológico os equipamentos eólicos tendem a se tornarem maiores e mais pesados (GAYLORD, 2015). Sendo assim, é indispensável que não só o estado, como o país, aprimore os aspectos infraestruturas, tais como: estradas, pontes, ferrovias, túneis e portos, tornando-os mais competitivos e compatíveis com as necessidades da indústria em questão.

Quanto ao resultado apresentado para os recursos físicos, percebe-se que a expansão dos parques eólicos é completamente favorável no estado diante do potencial dos ventos, com velocidades estáveis, grande extensão territorial e forte complementaridade de oferta de energia entre os períodos de chuva e de vento ao longo do ano. Além disso, o valor do fator de capacidade baiano propicia uma vantagem competitiva indiscutível para a Bahia, sendo o mesmo superior à própria média nacional e mundial, argumento este compatível com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2016).

Com relação ao fator competitivo “Recurso humano”, com o potencial que este setor apresenta para a geração de empregos, se faz necessário investimento em inovação e capacitação visando aumentar o número de trabalhadores locais e a competitividade das

empresas, favorecendo novas oportunidades de investimento e negócios. Este argumento é corroborado por Simas e Pacca (2013) e Sastresa *et al.* (2010), que afirmam que ao capacitar o recurso humano, aumenta-se o número de trabalhadores locais, além da qualificação se tornar um ativo adicional para as empresas.

Sendo assim, o governo deve exigir das empresas, ao se instalarem no estado, que além da contratação local, seja realizado o aperfeiçoamento do pessoal, para que eles consigam alcançar cargos mais altos e não apenas trabalhem em serviços de montagem de peças, por exemplo. Ademais, o Governo do Estado necessita se articular em busca de convênios entre empresas e instituições de ensino, como no caso do SENAI na execução do Atlas Eólico da Bahia, visando contribuir com processo de formação de mão de obra. Esta ação possibilitará a construção de massa mais crítica, induzindo o desenvolvimento de novas oportunidades para atendimento do mercado, além de gerar emprego e renda.

Com relação ao fator “Tecnologia”, é importante frisar que a indústria eólica está organizada sob a forma de oligopólio com domínio de empresas estrangeiras, já que este setor exige altos investimentos e maturação, além do domínio tecnológico. Isto significa que a tecnologia é preponderante, no qual cada ganho tecnológico será refletido na melhoria do negócio como um todo. Neste contexto, por se tratar de um mercado concentrado, evidencia-se que as firmas envolvidas apresentam vantagens absolutas de custo e diferenciação de produto, criando barreiras à entrada de novas empresas. Diante disso, a expectativa de haver entrantes nacionais nesta indústria é bastante remota, porém a perpetuação dessas multinacionais pode auxiliar na atração de indústrias de peças e subcomponentes domésticos que atendam às especificidades locais.

Diante disso, é importante que as grandes montadoras continuem recebendo incentivos do Governo Federal para estimular a abertura deste novo segmento e, é recomendado que o estado da Bahia estimule a criação de tecnologia própria para o aproveitamento dessa alternativa energética que se adeque melhor às condições locais, absorvendo todo o *know-how* das empresas e possibilitando o surgimento de massa crítica nesse campo, ainda incipiente. Dessa forma, as empresas não serão permanentemente dependente de tecnologias estrangeiras (BEZERRA; SANTOS, 2017).

Diante das discussões levantadas, é evidente que mesmo o estado da Bahia adotando todas as ações supracitadas para desenvolver a cadeia de produção de aerogeradores, não significa que a cadeia produtiva se desenvolverá de forma virtuosa, pois é imprescindível que além da atuação do Governo do Estado, o Governo Federal tenha interesse em continuar

investindo neste segmento, dado que para haver demanda energética é necessário haver crescimento econômico e estes fatores são essenciais para que os empresários invistam, pois, sem a busca por energia não há necessidade de produção de equipamentos.

## 5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A principal limitação da pesquisa está relacionada à dificuldade decorrente da não aceitação, por parte de algumas empresas, em participar da pesquisa por determinação de seus departamentos jurídicos. Essas empresas defendem que as informações solicitadas são sigilosas, sendo esta a razão pela qual elas não podem ser divulgadas. Sendo assim, devido às limitações decorrentes da quantidade de entrevistados e suas esferas de atuação, não foi possível aprofundar ainda mais as discussões e, conseqüentemente, generalizar as conclusões.

Não obstante, ressalta-se que esta constatação não invalida a relevância deste trabalho, ao contrário, possibilita que diversos outros estudos sejam realizados para aprofundar a construção do conhecimento referente ao desenvolvimento do setor eólico no Brasil e na Bahia.

# CAPÍTULO 6

---

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Retomando o objetivo geral deste estudo, de analisar como a indústria de aerogeradores está organizada na Bahia e quais as perspectivas e necessidades para alavancar esse setor, infere-se que a Bahia apresenta características muito atraentes para internalização da cadeia produtiva eólica.

Os resultados indicam que por mais que a evolução da cadeia produtiva siga um padrão concentrado predominantemente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, com destaque ao estado de São Paulo, no Nordeste, a Bahia se sobressai devido ao seu grande potencial eólico e à concentração dos parques, que culminam na atração de grandes empresas deste setor, e pela proximidade fabril, que, conseqüentemente, estimula a atração de fornecedores e o desenvolvimento de APLs.

Diante disso, este estudo fomenta, em consonância com o modelo “Diamante” de Porter (1993), que a formação de APLs na indústria baiana de energia eólica pode aumentar sua competitividade, capacidade de inovação e produtividade, e, portanto, estimular a formação de novas empresas.

No entanto, para que a indústria eólica desempenhe esse papel, independente das motivações, é indispensável que o país desenvolva um mercado interno estável, já que o mercado é a pré-condição para o estabelecimento de um APL (LEWIS; WISER, 2007; HE *et al.*, 2016).

Neste contexto, é importante destacar que a dependência do Governo do Estado para mover o mercado, por meio do papel de articulação entre os agentes do Governo visando à solução de entraves no setor, apesar de ser um estímulo à atração de empresas, pode funcionar como um empecilho na transição de um governo para outro, pois as prioridades podem ser modificadas por questões políticas, dificultando a continuidade dos projetos e acarretando a insegurança dos empresários.

À luz disso, nota-se que, no âmbito legislativo a comercialização da energia eólica não possui aspectos regulatórios próprios para atender às especificidades do setor e, embora o Governo Federal dê indícios de que dará continuidade à contratação anual de energia eólica através dos leilões e demais planos de expansão de energia, não existe uma política de longo prazo para manter a contratação desta fonte.

Diante disso, a necessidade de planejar leilões com perenidade e alguma previsibilidade de contratação é fundamental. Por meio da definição de um calendário de leilões específicos para esta fonte, com destaque para o Leilão de Fontes Alternativas (LFA); anúncio antecipado do volume de energia a ser contratado; e uma regulação específica e apropriada; os agentes investidores se assegurariam de que haveria demanda e se encorajariam no desenvolvimento de novos projetos.

Neste contexto, cabe ressaltar que no Brasil os desenvolvedores de parques eólicos se apoiam, quase que exclusivamente, em leilões públicos de energia para atendimento das distribuidoras de energia elétrica (mercado cativo). Dessa forma, a criação de incentivos e facilidades para o desenvolvimento de um mercado de consumidores livres pode possibilitar um ambiente ainda mais competitivo e propício para a consolidação da indústria eólica. Somado a isto, o estímulo à geração distribuída – eletricidade produzida junto ou próxima do consumidor – pode contribuir para o incremento da demanda de energia elétrica e ser uma possibilidade de uso mais eficiente de recursos energéticos, econômico-financeiros e ambientais.

Outro desafio que afeta a indústria eólica se refere à deficiência na infraestrutura e logística, que estão relacionadas a dois aspectos principais: (1) a transmissão da energia elétrica dos parques eólicos, já que o estado carece de um sistema que permita a integração de parques eólicos ao Sistema Interligado Nacional; e (2) ao transporte dos aerogeradores, pois o estado apresenta uma malha rodoviária limitada, que não foi projetada para o transporte desses equipamentos, e uma infraestrutura portuária deficitária, que torna o fretamento dos componentes do aerogerador por navio bastante complexo e com custo não competitivo.

Este problema é ainda mais crítico considerando que o constante desenvolvimento das tecnologias e do processo produtivo dos componentes do aerogerador permite a fabricação de torres e componentes cada vez maiores, prejudicando o seu transporte. Para tanto, a Bahia precisa solucionar as exigências logísticas da cadeia de serviços e de fornecimento do setor, uma vez que tais adversidades aumentam os custos dos projetos e inviabilizam os investimentos.

Quanto ao aspecto econômico, cabe destacar que apesar da metodologia de credenciamento dos equipamentos adotada pelo BNDES ter induzido a instalação de fábricas no país, principalmente na Bahia, a concentração desta concessão de crédito apenas no BNDES, já que os bancos privados apresentam altas taxas de juros e, geralmente, não dispõem do volume de recursos necessários; culminou em um custo fiscal significativo, acarretando, fortemente, no recuo da disponibilidade de seus recursos.

Além disso, devido à dependência da importação dos componentes mais intensivos em tecnologia e à predominância de empresas estrangeiras no mercado, nota-se que, a capacidade produtiva com relação ao fornecimento de peças, partes e subcomponentes eólicos é limitada no país. Diante deste cenário, a Bahia deve agir politicamente na manutenção de incentivos federais adequados no estado; fomentar os mecanismos que propiciem o desenvolvimento de fontes de financiamento; priorizar a produtividade e a competitividade desse mercado, inclusive no atendimento ao exterior; e dar ênfase ao desenvolvimento de PD&I visando um planejamento em longo prazo.

Neste contexto, em termos de avanço tecnológico, devido à forte dependência de empresas multinacionais no mercado, cujas tecnologias desenvolvidas para os aerogeradores são adaptadas às condições ambientais estrangeiras, constata-se uma das principais deficiências da indústria eólica: a incipiência das pesquisas nacionais sobre o tema. Diante disso, é preciso criar um ambiente propício para a inovação da indústria eólica, visando o desenvolvimento de projetos com tecnologias genuinamente brasileiras por meio do estabelecimento de redes de pesquisa e inovação e da estruturação de centros de tecnologia.

Neste contexto, cabe destacar que o projeto previsto para implantação do complexo tecnológico na Bahia, denominado “Cimatec Industrial”, pode propiciar o amadurecimento do setor, já que a participação dessa certificadora fundamentará o estabelecimento de padrões mínimos aceitáveis de desempenho técnico do equipamento aumentando a confiança dos agentes envolvidos (investidores); a qualificação e capacitação de mão de obra no estado e a criação de novas oportunidades de empregos e negócios.

Em linhas gerais, nota-se que o custo de capital associado a uma demanda fraca por energia nova tem representado o maior obstáculo para a cadeia da indústria eólica no Brasil. No caso específico da Bahia, a pesquisa confirma que o estado tem plenas condições de se tornar um grande polo industrial de aerogeradores, desde que haja crescimento da demanda por energia elétrica, aumento da energia eólica na composição da matriz energética, e os

quantitativos de contratação em leilões permaneçam estáveis ao longo dos anos, o que dependerá fortemente do crescimento econômico no país.

Por fim, considerando que não é pretensão deste estudo exaurir o tema, mas contribuir para o seu melhor entendimento, pesquisas futuras podem se somar a esta e fornecerem ainda mais elementos para promover o desenvolvimento da indústria de aerogeradores. Questões como os efeitos da crise econômica brasileira no desenvolvimento da indústria de aerogeradores por meio da ampliação dos possíveis cenários, discutidos no item 4.1.3 (Capacidade Produtiva da Indústria de Aerogeradores) desta dissertação, podem contribuir para que os fabricantes de aerogeradores se preparem melhor para este setor, e propiciar o delineamento de estratégias mais robustas envolvendo, por exemplo, a necessidade do desenvolvimento tecnológico ou até mesmo a busca de novos recursos.

# Referências

---

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil.** Brasília, Distrito Federal, 2014. 152p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA – ABEEólica. Setor Elétrico e a Indústria Eólica no Brasil. São Paulo, 2017a.

\_\_\_\_\_. Informações de todos os parques. São Paulo, 2017b.

\_\_\_\_\_. **Dados Mensais – Janeiro de 2018.** Disponível em: <[www.abeeolica.org.br](http://www.abeeolica.org.br)>. Acesso em 02 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO DOS SERVIDORES DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DA BAHIA – ASCRA. **I Carta Aberta dos Servidores de Meio Ambiente da Bahia.** Disponível em: <<http://ascra-bahia.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 06 maio 2018.

\_\_\_\_\_. **II Carta Aberta dos Servidores de Meio Ambiente da Bahia.** Disponível em: <<http://ascra-bahia.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 06 maio 2018.

AMARAL NETO, R. P. **A atividade eólica e o desenvolvimento regional:** Perspectivas na formação do polo eólico no Rio Grande do Norte. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

ANCONA, D.; McVEIGH, J. **Wind Turbine.** Materials and Manufacturing Fact Sheet. Prepared for the Office of Industrial Technologies, US Department of Energy. Princeton Energy Resources International, LLC, 2001.

ANDRADE, C. A. S. **Percepção ampliada da cadeia produtiva:** as contribuições da teoria dos custos de transação e da análise de redes sociais, 2002. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002\\_TR10\\_0714.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_0714.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3a Edição. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. **Resultado dos Leilões de Geração de 2005 a 2017.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/resultados-de-leiloes>>. Acesso em: 18 jan. 2018a.

\_\_\_\_\_. **Banco de dados:** Banco de Informações de Geração (BIG). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/ResumoEstadual.asp>>. Acesso em: 12 mar. 2018b.

APL PROIND BAHIA. **Sobre o APL.** Disponível em: <<http://www.assessory.com.br/proindbahia/>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

ARAGÃO, I. S.; ALBUQUERQUE, R. R.; SANTOS, M. C. G. Energias Renováveis: A Eólico-Eletricidade como Alternativa Energética Sustentável na Bahia. XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental, II Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade e I Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental Centro-Oeste. **Anais...** Brasília, DF: 2016.

ARAÚJO, T. B. **Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro:** heranças e urgências. Rio de Janeiro: Revan, 2000.

AVENA, A. **A Bahia e os eixos ferroviários.** 2015. Disponível em: <<http://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/armando-avena-a-bahia-e-os-eixos-ferroviarios/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION – AWEA. **US Wind Industry Annual Market Report:** 2011. Disponível em: < <https://www.awea.org>>. Acesso em: 27 set. 2017.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. **Administração estratégica e vantagem competitiva.** Tradução de Monica Rosemberg. Revisão técnica de Pedro Zanni. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

BECK, M. **Subsídios do BNDES terão impacto de R\$ 125 bi sobre contas públicas.** 13/02/2017. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/subsidios-do-bndes-terao-impacto-de-125-bi-sobre-contas-publicas-20915672>>. Acesso em 26 fev. 2018.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

BESANKO, D.; DRAVONE, D.; SHNALEY, M.; SCHAEFER. S. **A economia da estratégia.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BESANKO, D.; GRANOVE, D.; SHANLEY, M.; SCHAEFER, K. **A economia da estratégia.** Porto Alegre: Bookman, 5 ed., 2012.

BEZERRA, F. D.; ALVES, F. C. D; PINHO, H. J. **As fontes renováveis de energia solar e eólica no Nordeste:** oportunidades para novos negócios & inovação. Banco Nacional do Nordeste: Informe Técnico do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste.

Ambiente de Estudos, Pesquisas e Avaliação – Célula de Estudos e Pesquisas, ano IX, n. 5, 2015.

BEZERRA, F. D.; SANTOS, L. S. **Potencialidades da Energia Eólica no Nordeste**. Caderno setorial, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), ano II, n. 5, 2017.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO – BNDES. **Regulamento para o credenciamento e financiamento de aerogeradores**: Anexo 1 - Etapas físicas e conteúdo local que deverão ser cumpridos pelo fabricante. 2012. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Banco de dados**: consulta a fornecedores e produtos credenciados. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

BOCHINI, B. **Desembolsos de financiamentos do BNDES caem 20% em 2017**. 30/01/2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-01/desembolsos-de-financiamentos-do-bndes-caem-20-em-2017>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE – BNEF. **CLIMATESCOPE**: The Clean Energy Country Competitiveness Index, 2016.

BRETSCHNEIDER, M. R.; SCHNEIDER, E. L.; DIAS, M. M. **Análise do uso de materiais em aerogeradores**. In: XV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial (CONEMI) e IX Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial (SEEMI). Novo Hamburgo, 2015.

CAMARGO-SCHUBERT. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_. **Atlas do Potencial Eólico Bahia**. Bahia: SECTI/SEINFRA/CIMATEC/SENAI, 2013.

CANO, W. **Desconcentração produtiva regional do Brasil: 1970- 2005**. São Paulo: UNESP, 2008.

CARDOSO, U. C.; CARNEIRO, V. L. N.; RODRIGUES, E. R. Q. **APL**: arranjo produtivo local. Série Empreendimentos Coletivos, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Brasília: 2014.

CARVALHO, R.: **Briefing do Setor Eólico e Ações do Estado da Bahia** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[rafaelacostal@gmail.com](mailto:rafaelacostal@gmail.com)> em 10 abr. 2017.

CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE. **Complementaridade**, 2000. Disponível em: <<http://www.eolica.com.br/>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Mercado de Geração Distribuída no Brasil**. Seminário Geração Distribuída de Energia Elétrica, 2017.

\_\_\_\_\_. **Comercialização, Tipos de Leilões e Instituições**. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Programa demonstrativo para inovação em cadeia produtiva selecionada: Energia Eólica**. Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, 2015.

CHAVES-SCHWINTECK, P.; NEDDERMANN, B. The Brazilian Wind Energy Market. **Dewi Magazin**, n. 40, 2012.

COMPANHIA HIDRELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF.. Sistema Chesf. Disponível em: <<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/SistemasGeracao.aspx>>. Acesso em: 01 set. 2017.

CLEMENTE, A. **Economia regional e urbana**. São Paulo: Atlas S.A., 1994.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. **Anuário CNT do Transporte 2017**: Estatísticas Consolidadas. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/#>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

COMPANHIA DAS DOCAS DO ESTADO DA BAHIA – CODEBA. **Complexo Portuário**. Disponível em: <<http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodeba/pt-br/home.php>>. Acesso em: 01 set. 2017.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA – COELBA. **Estado da Bahia**: Atlas do Potencial Eólico. 2002.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq. **Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil**: Censo 2016. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/painel-dgp/>>. Acesso em: 05 set. 2017.

COMITÊ DE FOMENTO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI – COFIC POLO. **O polo**. Disponível em: <<http://www.coficpolo.com.br/>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA – CONFAZ. Convênio ICMS nº 101/97. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/cv101\\_97](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/cv101_97)>. Acesso em: 14 fev. 2018.

CORLEONE, B. **Empresa de pás eólicas Tecsis pode falir e demitir 1200 trabalhadores.** Esquerda Online, out. 2017. Disponível em: <<https://esquerdaonline.com.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

CORLEONE, B. **Tecsis (BA) anuncia fechamento e demissão de 700 e trabalhadores acampam em frente à empresa.** Esquerda Online, mar. 2018. Disponível em: <<https://esquerdaonline.com.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. Um panorama da Indústria de Bens de Capital Relacionados à Energia Eólica. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229–278, 2009.

COSTA, E. J. M. **Arranjos Produtivos Locais, Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional.** Ministério da Integração Nacional, Governo do Estado do Pará. Brasília, 2010.

COSTA, L. **Indústria eólica teme que recuo do BNDES e demanda fraca deixem fábricas ociosas.** 2016. Disponível em: <<https://www.reuters.com>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Leilão de energia A-6 contrata R\$13,9 bi em usinas.** 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/leilao-de-energia-a-6-contrata-r139-bi-em-usinas/>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

CRESSWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CUSTÓDIO, R. **Energia Eólica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2013.

DAI, Y.; ZHOU, Y.; XIA, D.; DING, M.; XUE, L. **The Innovation Path of the Chinese Wind Power Industry.** Bonn: Institute of Development Studies, 2014, 51 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE – DNIT. **Condições das Rodovias.** Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/condicoes/>>. Acesso em: 01 set. 2017.

DULTRA, R. M. **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do PROINFA.** Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006, 436 p.

ELOLA, A.; PARRILLI, M. D.; RABELLOTTI, R. The Resilience of Clusters in the Context of Increasing Globalization: The Basque Wind Energy Value Chain. **European Planning Studies**, v. 21, n. 7, p. 989–1006, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional: Relatório Síntese: Ano base: 2016.** Rio de Janeiro, 2017a.

\_\_\_\_\_. **Informe Leilões de Geração de Energia Elétrica:** Leilão de Geração A-4/2017. Rio de Janeiro, 2017b.

\_\_\_\_\_. **Informe Leilões de Geração de Energia Elétrica:** Leilão de Geração A-6/2017. Rio de Janeiro, 2017c.

FALANI, S. Y. A. **Prospecção Tecnológica para Geração de Energia Eólica.** 2013. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

FAN, X.; WANG, W. Spatial patterns and influencing factors of China's wind turbine manufacturing industry: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 482–496, 2016.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D. S; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil:** Desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 386 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA – FIEB. **Bahia Indústria – Logística impacta custo Nordeste:** Levantamento realizado pela CNI revela os principais gargalos e investimentos prioritários. Ano XVIII, n. 223, nov/dez 2012.

\_\_\_\_\_. **Cimatec Industrial.** Masterplan, 2016. Disponível em: <[http://www.fieb.org.br/upload/licitacao/Licit\\_2456\\_3.pdf](http://www.fieb.org.br/upload/licitacao/Licit_2456_3.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2017.

FRANKHAUSER, S.; SEHLEIER, F.; STERN, N. Climate change, innovation and jobs. **Climate Policy**, v. 8, n. 4, p. 421–429, 2008.

FURTADO, C. A. O subdesenvolvimento revisitado. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, n. 1, p. 5–19, 1992.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao desenvolvimento:** enfoque histórico-estrutural. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

GAN, J.; SMITH, C. T. **Drivers for renewable energy:** a comparison among OECD countries. Biomass and Bioenergy XXX, 1 e 7.ed. Published by Elsevier Ltda., 2011.

GANNOUM, E. S. O desenvolvimento da indústria de energia eólica no Brasil: aspectos de inserção, consolidação e sustentabilidade. **Cadernos Adenauer XV**, Rio de Janeiro, v. 3, 2015.

GAVINO, N. A. **Energia Eólica:** uma análise dos incentivos à produção (2002 -2009). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. 117f.

GAYLORD, B. Desafios Logísticos para o Mercado Eólico Brasileiro. In: **Brazil Windpower 2015 Conference and Exhibition**, Logística ou Cadeia de suprimento. Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

\_\_\_\_\_. O Futuro Incerto da Cadeia de Suprimentos no Brasil. In: **Brazil Windpower 2017 Conference and Exhibition**, Logística ou Cadeia de suprimento. Rio de Janeiro, Brasil, 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL – GWEC. **Global Wind Report 2016**. Annual Market Update. Bruxelas, 2017. Disponível em: <<http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/>>. Acesso em: 08 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Global Wind Statistics 2017**. Bruxelas, 2018. Disponível em: <[http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC\\_PRstats2017\\_EN-003\\_FINAL.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2018.  
HADDAD, P. R.; ANDRADE, T. A. Métodos de análise regional. In: HADDAD, P. R. (Org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil – ETENE, 1989.

HAGUENAUER, L.; BAHIA, L. D.; CASTRO, P. F.; RIBEIRO, M. B. **Evolução das Cadeias Produtivas Brasileiras na Década de 90**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). (Texto para Discussão n. 786). Brasília, 2001.

HE, Z.; XU, S.; SHEN, W.; LONG, R.; YANG, H. Overview of the development of the Chinese Jiangsu coastal wind-power industry cluster. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 59–71, 2016.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. **Governance in Global Value Chains**. Institute of Development Studies, 2001.

PROGRAMA IBERO-AMERICANO DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL E PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO – IBEPI. **Energia Eólica II**. Boletim Ibero-americano: Informação Tecnológica, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Brasil em Síntese**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ba/panorama>>. Acesso em: 04 set. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Renewable Energy Policy: Considerations For Deploying Renewables**, 2011. Disponível em: < <http://www.iea.org>>. Acesso em: 05 out. 2017.

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DE BRASÍLIA – IESB. Engenharia de Transportes e Logística, Sistemas de Transportes, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. Boletim Mensal de Propriedade Industrial. **Ranking dos Depositantes Residentes 2016: Estatísticas Preliminares**. Presidência. Diretoria Executiva. Assessoria de Assuntos Econômicos (AECON), v. 1, n. 1, Rio de Janeiro, 2017.

KOLK, A.; PINKSE, J. Towards strategic stakeholder management? Integrating perspectives on sustainability challenges such as corporate responses to climate change. **Corporate Governance**, v. 7, n. 4, p. 370-378, 2007.

LAGE, E.S.; PROCESSI, L. D. Panorama do setor de energia eólica. **Revista do BNDES**, 2013. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br> >. Acesso em 17 ago. 2016.

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, E. C. **Análise do emprego formal no setor industrial do Rio Grande do Norte: uma abordagem espacial para os anos 2002 e 2012**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

LUGO, A.; FELBER, A.; WITZEL, F. **Análise Pós-Leilão de Energia A-6 2017**. Disponível em: <<https://www.epowerbay.com/>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 125–142, 2013.

\_\_\_\_\_. **Panorama da fonte eólica no Brasil e no mundo**. 3º Anuário Brasileiro das Indústrias de Biomassa e Energias Renováveis, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Energia Eólica no Brasil e Mundo: Ano de referência – 2015**. 2016. Disponível em:<<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica nº 5/2017/AEREG/SE**. 2017. Disponível em:<<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Histórico do Ministério de Minas e Energia.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

OLIVEIRA, E. S.; BARRETO, R. R.; SICSÚ, A. B. Diagnóstico do cenário atual de agronegócio: um arranjo produtivo local de flores tropicais em Alagoas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13. 2006. **Anais...** Bauru, SP, Brasil, 2006.

OLIVEIRA NETO, C. R. **Energia eólica e desenvolvimento no terceiro milênio:** reflexões a partir do Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

OLIVEIRA NETO, C. R. O.; LIMA, E. C. Novas Perspectivas de Desenvolvimento: Uma análise da Energia Eólica no Brasil. **Revista Grifos**, n. 41, p. 304- 324, 2016.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **O que é o ONS?** Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 16 out. 2017a.

\_\_\_\_\_. Relacionamentos. Disponível em: <[http://apps05.ons.org.br/institucional\\_linguas/relacionamentos.aspx](http://apps05.ons.org.br/institucional_linguas/relacionamentos.aspx)>. Acesso em: 16 out. 2017b.

OTTAVIANO, G. I. P; THISSE J. F. New economic geography: what about the N?. **Environment and Planning A**, v. 37, n. 10, p. 1707–1725, 2004.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC. **Infraestrutura Energética:** transmissão de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/obra/46856>>. Acesso em: 04 set. 2017.

PACHECO, C. A. A. **A questão regional brasileira pós 1980:** desconcentração econômica e fragmentação da economia nacional. 1998. 334 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.

\_\_\_\_\_. **Fragmentação da nação.** Campinas: UNICAMP, 1998.

PELTBAHIA. Programa estadual de logística de transportes: caminhos para o desenvolvimento. Salvador, SEINFRA, 160 p. 2004.

PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA - PDE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026.** Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Desenvolvimento e Planejamento Energético. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2017.

PENG, Z. **Consumer, competition and barriers analysis of China's wind turbine market:** reasons behind decreasing market shares of foreign-owned wind turbine manufactures in China. Aarhus: Aarhus University, 2011. 76 p.

PFEIFER, M. O. Cancelamento de Leilão surpreende o setor e desordena toda a cadeia produtiva, em fase de nacionalização. **Revista Valor Setorial**, São Paulo: ed. Energia, p. 38-40, abr. 2017. Disponível em: <www.valor.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2017.

PINHEIRO, L.; CARVALHO, R.; MEIRA, R. **Nota Técnica nº – 090/2016**. Bahia: Secretaria do Desenvolvimento Econômico, 2016a. 8 p.

PINHEIRO, L.; MACIEL, L.; PITA, B.; CALDAS, A. **Nota Técnica nº – 077/2016**. Bahia: Secretaria do Desenvolvimento Econômico, 2016b. 18p.

PINTO, M.O. **Fundamentos de energia eólica**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PIRES, M. Construção do Modelo Endógeno, Sistêmico e Distintivo de Desenvolvimento Regional e a sua Validação através da Elaboração e da Aplicação de uma Metodologia ao caso do Mercoeste. 2001. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PODCAMENI, M. G. Elementos para uma análise da inserção da energia eólica no Brasil a partir de uma perspectiva da política industrial. **Revista Econômica**, Niterói, v. 16, n. 2, p. 51-76, 2014a.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de inovação e energia eólica: a experiência brasileira**. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Rio de Janeiro, 2014b.

PORTER, M. E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. São Paulo: Elsevier, 1986.

\_\_\_\_\_. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

\_\_\_\_\_. **A vantagem competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

POULSEN, T.; LEMA, R. Is the supply chain ready for the green transformation? The case of offshore wind logistics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 73, p. 758–771, 2017.

PROCHNIK, V.; HAGUENAUER, L. Cadeias produtivas e oportunidades de investimento no Nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMISTAS, 14, 2001, **Anais...** Recife, ANPEC, 2001.

PROCHNIK, V.; VAZ, B. O. **Cadeias produtivas do Estado de Minas Gerais**. In: Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais, Minas Gerais do século XXI. Integrando a indústria para o

futuro, v. 4, cap. 2. Belo Horizonte. 2002. Disponível em:  
<<http://www.ie.ufrj.br/cadeiasprodutivas/>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

QUITZOW, R.; HUENTELER, J.; ASMUSSEN, H. Development trajectories in China's wind and solar energy industries: How technology-related differences shape the dynamics of industry localization and catching up. **Journal of Cleaner Production**, v.158, p. 122–133, 2017.

RESENDE, M.; BOFF, H. Concentração industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002, p. 73-90.

RODRIGUES, M. G.; COSTA, F. J. P. Energia e sustentabilidade no século XXI: o caso do Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 60-79, 2012.

SAKAY, J. **A importância da logística para a competitividade das empresas: estudo de caso na indústria do Polo de Camaçari**. 2005. 224 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, UFBA, Salvador, 2005.

SANTOS, J. A. F. A. **Planejamento Energético para a Bahia em 2050: Cenários e Discussões Relacionados às Energias Renováveis para Geração de Eletricidade**. 2015. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia industrial) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Salvador, 2015.

SANTOS, J. A. F. A., TORRES, E. A. Wind Energy in the Brazilian Energy Matrix: Introduction in State of Bahia. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CIINDET), 11., 2014. **Anais...** Seccion Morelos, Cuernavaca, México, 2014.

SASTRESA, E. L.; USÓN, A. A.; BRIBIÁN, I. Z.; SCARPELLINI, S. Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.14, n. 2, p. 679–690, 2010.

SAWYER, S. **The Great Energy Transition Gathers Momentum**. 2018. Disponível em: <<http://gwec.net/the-great-energy-transition-gathers-momentum/>>. Acesso em 27 fev. 2018.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO – SDE. **Por que a Bahia**. Disponível em: <<http://www.sde.ba.gov.br/Pagina.aspx?pagina=oqueequeabahiatem>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – SECTI. **Parque Tecnológico da Bahia**. Disponível em: <<http://www.secti.ba.gov.br/parque/>>. Acesso em: 28 set. 2017.

SEICERA, D. E. S. C.; PEREIRA, F.; AZEVEDO, R. L. S. Potencial exportador da indústria eólica brasileira para o Cone Sul e o papel do financiamento. Biblioteca digital BNDES, 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL/CENTRO INTEGRADO DE MANUFATURA E Tecnologia – SENAI/CIMATEC. Disponível em: <<http://www.senaicimatec.com.br/>>. Acesso em: 04 set. 2017.

SEVERINO, M. M. **Fase de grandes hidrelétricas chega ao fim**: Com privatização da Eletrobras e restrição ambiental, pequenas usinas, energia eólica e solar devem ganhar espaço. Disponível em: <<http://www.epocanegocios.globo.com/Brasil/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

SHEN, W. Who drives China's renewable energy policies? Understanding the role of industrial corporations. **Environmental Development**, v. 21, p. 87–97, 2017.

SILVA, A. M. **Complementariedade hídrica-eólica**. Dissertação de Mestrado em Energia, Universidade Salvador, Salvador, Bahia, 2016.

SILVA, N. F.; ROSA, L. P.; FREITAS, M. A. V.; PEREIRA, M. G. Wind energy in Brazil: From the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 686–697, 2013.

SIMAS, M. S. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil**: Estimativa da geração de emprego por meio de uma matriz insumo-produto ampliada. 2012. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, n.77, 2013.

SOUZA, M. P; FILHO, T. A. S.; SERRA, N. E. M.; BORIS, M. Governança em Cadeias Produtivas Agroindustriais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONÔMICA E SOCIOLOGIA RURAL, 18, 2005. **Anais...** Ribeirão Preto, São Paulo: FAE/USP, 2005.

SOUZA, L. L.; CUNHA, R. B.; SANTOS, M. H. P. **Análise da Geração de Energia Eólica**. Centro Universitário de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013.

TEIXEIRA, F.; GUERRA, O. 50 Anos da Industrialização Baiana: do enigma a uma dinâmica exógena e espasmódica. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 10, n.1, p. 87–98, 2000.

TELES, V. K. **A macroeconomia do BNDES**. 2016. Disponível em: <<http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,a-macroeconomia-do-bndes,10000082800>>. Acesso em 26 fev. 2018.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE. Rio de Janeiro, 2016.

VALVERDE, R. Entrevista concedida a Rafaela Costa Lima. Bahia, 08 jun. 2017.

VEIGA, E. V.; OLIVEIRA, A.; PEREIRA, O. S. **Energia Eólica**. São Paulo: Editora Senac, 2012.

WANG, Z.; QIN, H.; LEWIS, J. I. China's wind power industry: policy support, technological achievements, and emerging challenges. **Energy Policy**, v. 51, p. 80–88, 2012.

YUAN, J.; SUN, S.; SHEN, J.; XU, Y.; ZHAO, C. Wind power supply chain in China. **Renew Sustain Energy**, v. 39, p. 356–369, 2014.

ZHANG, S. International competitiveness of China's wind turbine manufacturing industry and implications for future development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 3903–3909, 2012.

# Apêndices

---

## APÊNDICE A - Roteiro de entrevista com o Governo

### 1. Mercado

- a) O que a Bahia tem de vantagem em relação aos competidores do Nordeste?
- b) Quais empresas almejam chegar ao mercado brasileiro e baiano?
- c) Qual a importância de empresas estrangeiras no mercado baiano e até que ponto a instalação dessas empresas é importantes para a Bahia? A sua permanência pode prejudicar o possível desenvolvimento de fabricantes domésticos?
- d) Na sua opinião, porque os grandes fabricantes de aerogeradores se instalaram na Bahia e os fornecedores de peças e subcomponentes no sul-sudeste do país, precisamente em São Paulo?
- e) Qual a capacidade de exportação dessa indústria no Brasil e na Bahia?
- f) Diante da minimização de investimentos em novos leilões, qual a sua percepção sobre a futura indústria de equipamentos eólicos?
- g) Na sua opinião, qual a perspectiva de evolução da cadeia produtiva (ex.: se concentrar em um único e grande fabricante; ser dominada pelas multinacionais ou por pequenas empresas domésticas)?

### 2. Recursos Físicos

- a) Quais as áreas do Estado prioritárias para o desenvolvimento dos parques eólicos? Por quê?

### 3. Atuação Governamental

- a) Na sua opinião, quais políticas/incentivos foram determinantes para o desenvolvimento da indústria de fabricação de turbinas eólicas nacional e baiana? Por quê?
- b) O Estado dispõe de instrumentos regulatórios (leilões, licenciamento ambiental, etc.) e institucionais (SDE, SEINFRA, INEMA, CTGA, etc.) suficientes e eficientes? Caso não, o que precisa ser melhorado?

- c) Quais os mecanismos de comunicação entre Estado e empresas (fórum, reuniões, etc.)?
- d) Qual o maior desafio político que a indústria eólica enfrenta no Estado?
- e) Há algum indicador dos impactos das ações governamentais no Estado?
- f) Porque a Bahia apresenta poucos fornecedores de componentes e o que tem sido feito para atrair essas empresas ao Estado?
- g) Na sua opinião, qual a importância de Arranjos Produtivos Locais (APL) na indústria de turbinas eólicas? A Bahia tem interesse e/ou capacidade em desenvolver um APL eólico? Por quê? Onde seria?
- h) O que o Governo precisa fazer para promover o desenvolvimento de APL do setor eólico? O que o APL traria de benefícios para o Estado? Existem políticas e incentivos que apoiam essa implantação?

#### **4. Infraestrutura**

- a) A Bahia possui infraestrutura suficiente para atrair e firmar novos fabricantes e fornecedores de componentes e subcomponentes de aerogeradores? Caso sim, porque ainda é insuficiente a quantidade de fornecedores de peças e subcomponentes no Estado? Caso não, quais os motivos que impedem?
- b) Qual o maior desafio infraestrutural que a indústria eólica enfrenta no Estado? Qual a perspectiva de mudança desse cenário?
- c) Considerando os problemas associados às linhas de transmissão, na sua opinião, como o Estado pode solucionar essa questão? Quais medidas estão sendo realizadas para modificar esse cenário?

#### **5. Recursos Humanos**

- a) Qual o maior desafio de recurso humano que a indústria enfrenta no Estado?
- b) Qual o potencial para geração de empregos no setor industrial eólico baiano? Há algum indicador/estatística da evolução do RH?
- c) O RH existente nessa indústria é prioritariamente local? Caso não, o que pode ser melhorado? Caso sim, como foi dado à capacitação de pessoal?

- d) O Estado desenvolve programas para capacitação de RH? Quais? Caso não, o que pode ser feito para qualificar a mão-de-obra local?
- e) Existe perspectiva quanto à formação mais qualificada de profissionais (área de equipamentos e tecnologia)? Através de quais ações?

## **6. Tecnologia**

- a) Qual o maior desafio tecnológico que a indústria enfrenta no Estado?
- b) Na sua opinião, qual a importância em se desenvolver programas que promovam a inovação tecnológica? Atualmente há programas que promovem esse desenvolvimento no Estado? Quais? Como funcionam?
- c) Qual a sua percepção sobre a capacidade inovativa na Bahia no que diz respeito à indústria eólica? O que pode ser melhorado?
- d) O Estado busca novas oportunidades de investimento no desenvolvimento do setor de inovação tecnológica? Quais? Por quê?
- e) Na sua opinião, a Bahia tem capacidade de desenvolver componentes e aerogeradores domésticos? Caso sim, o senhor(a) acredita que a fabricação de componentes e aerogeradores domésticos pode acompanhar o desenvolvimento tecnológico global?
- f) Qual a importância da transferência tecnológica na indústria de aerogeradores? A Bahia estimula a transferência tecnológica estrangeira (ex.: Joint ventures, filiais estrangeiras, licença de design, transferência inter-empresa de recursos humanos, educação estrangeira, etc.)? Por quê? Caso sim, através de qual mecanismo e de que ações?

## APÊNDICE B – roteiro de entrevista com fornecedores de aerogeradores

### 1. Mercado

- a) O que a Bahia tem de vantagem em relação aos competidores do Nordeste?
- b) Como se dá as relações comerciais e financeiras da sua empresa com os fabricantes?
- c) Na sua opinião, qual a perspectiva de evolução da cadeia produtiva (ex.: se concentrar em um único e grande fabricante; ser dominada pelas multinacionais ou por pequenas empresas domésticas)?
- a) Na sua opinião, porque os grandes fabricantes de aerogeradores se instalaram na Bahia e os fornecedores de subcomponentes se concentram no Sudeste, mais precisamente em São Paulo? Essa concentração afeta a sua produção? Em que proporção? É interesse da sua empresa atrair esses fornecedores a Bahia? De que forma?
- d) Qual o grau de verticalização da indústria eólica?
- e) Qual a capacidade de exportação dessa indústria?
- f) Diante da minimização de investimentos em novos leilões, como isto vem afetando suas atividades e qual a sua percepção sobre a futura indústria de equipamentos eólicos?
- g) Dos insumos necessários para fabricação de equipamentos eólicos, quais são importados? Por quê?

### 2. Recursos Físicos

- a) O potencial eólico baiano foi um motivo determinante para instalação de grandes montadoras no Estado. Qual foi o motivo determinante para a implantação da sua empresa na Bahia? Por quê?

### 3. Atuação Governamental

- a) Na sua opinião, quais políticas/incentivos foram determinantes para o desenvolvimento da indústria eólica no Brasil e na Bahia? Por quê? Como essas políticas afetam seus negócios?
- b) O Estado dispõe de instrumentos regulatórios (leilões, licenciamento ambiental, etc.) e institucionais (SDE, SEINFRA, INEMA, CTGA, etc.) suficientes e eficientes aos seus interesses? Caso não, o que precisa ser melhorado?

- c) Quais os mecanismos de comunicação entre Estado e sua empresa (fórum, reuniões, etc.)?
- d) Na sua opinião, a Bahia tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores domésticos? Por quê? Caso sim, a sua empresa possui alguma preocupação com relação a esses possíveis entrantes? Quais?
- e) Diante da pequena quantidade de fornecedores de subcomponentes instalados na Bahia, na sua opinião, o que o governo estadual pode fazer para atrair esses fornecedores?
- f) Quais dificuldades os fornecedores de peças e componentes enfrentam no Estado? O que pode ser melhorado?
- g) Na sua opinião, qual a importância de Arranjos Produtivos Locais (APL) na indústria de turbinas eólicas? O que seria preciso fazer para promover o desenvolvimento deste tipo de APL? A sua empresa tem interesse no desenvolvimento de um APL no Estado? Por quê?

#### **4. Infraestrutura**

- a) Na sua opinião, a Bahia dispõe de infraestrutura suficiente para firmar mais fabricantes e fornecedores de equipamentos eólicos? Caso não, quais os fatores determinantes para essa dificuldade e porque a sua empresa decidiu se instalar no Estado? Caso sim, o que pode ser considerado uma barreira para entrada de novas empresas?
- b) Qual o maior desafio infraestrutural que sua empresa enfrenta na Bahia? O que pode ser melhorado?
- c) Levando em consideração a demanda crescente de energia e os problemas atuais nas linhas de transmissão, como esses fatores podem dificultar o desenvolvimento da sua empresa?

#### **5. Recursos Humanos**

- a) Quão interessante é para sua empresa a mão-de-obra local?
- b) Qual o maior desafio do recurso humano que a sua empresa enfrenta ou enfrentou no Estado?

- c) Na sua opinião é ainda necessário o aprimoramento dessa mão-de-obra? Através de que ações?
- d) Você desempenha algum programa para capacitação de RH? Qual?
- e) Qual o potencial para a geração de empregos locais pela fabricação de equipamentos eólicos? Existe alguma estimativa?

## **6. Tecnologia**

- f) Qual o maior desafio tecnológico enfrentado por sua empresa na Bahia?
- g) Qual o papel da tecnologia no desenvolvimento de suas ações?
- h) Qual a sua percepção sobre a capacidade inovativa na Bahia? De alguma forma, essa capacidade afeta o desenvolvimento de suas atividades? Como? O que pode ser melhorado?
- i) Como a sua empresa trata da confidencialidade tecnológica?
- j) A sua empresa tem interesse em estimular o desenvolvimento da inovação tecnológica baiana? Como? Por quê?
- k) Sua empresa teria interesse em transferir sua tecnologia para empresas domésticas? Por quê? Caso sim, a partir de que mecanismo (ex.: Joint ventures, filiais estrangeiras, licença de design, transferência inter-empresa de recursos humanos, educação estrangeira, etc.)?

## **APÊNDICE C – Roteiro de entrevista com montadoras/fabricantes de aerogeradores**

### **1. Mercado**

- a) O que a Bahia tem de vantagem em relação aos competidores do Nordeste?
- b) Como se dá as relações comerciais e financeiras da sua empresa com os diferentes níveis de fornecedores?
- c) Qual o grau de verticalização da indústria de turbinas eólicas?
- d) Qual a capacidade de exportação dessa indústria?
- e) Diante da minimização de investimentos em novos leilões, como isto vem afetando suas atividades e qual a sua percepção sobre a futura indústria de equipamentos eólicos?
- f) Na sua opinião, qual a perspectiva de evolução da cadeia produtiva (ex.: se concentrar em um único e grande fabricante; ser dominada pelas multinacionais ou por pequenas empresas domésticas)?
- g) Na sua opinião, porque os grandes fabricantes de aerogeradores se instalaram na Bahia e porque os fornecedores de subcomponentes se concentram no Sudeste, mais precisamente em São Paulo? Essa concentração afeta a sua produção? Em que proporção? É interesse da sua empresa atrair esses fornecedores a Bahia? De que forma? O que o governo estadual pode fazer para atrair esses fornecedores?
- h) Dos componentes necessários para fabricação de equipamentos eólicos, quais são importados? Por quê?

### **2. Recursos Físicos**

- a) O potencial eólico baiano foi o motivo determinante para instalação da sua empresa na Bahia? Por quê? Caso não, explique quais são os outros fatores.

### **3. Atuação Governamental**

- a) Na sua opinião, quais políticas/incentivos foram determinantes para o desenvolvimento da indústria eólica no Brasil e na Bahia? Por quê? Como essas políticas afetam seus negócios?

- b) O Estado dispõe de instrumentos regulatórios (leilões, licenciamento ambiental, etc.) e institucionais (SDE, SEINFRA, INEMA, CTGA, etc.) suficientes e eficientes aos seus interesses? Caso não, o que precisa ser melhorado?
- c) Quais os mecanismos de comunicação entre Estado e sua empresa (fórum, reuniões, etc.)?
- d) Quais dificuldades a sua empresa enfrenta no Estado? O que pode ser melhorado?
- e) Diante da pequena quantidade de fornecedores de subcomponentes instalados na Bahia, na sua opinião, o que o governo estadual pode fazer para atrair esses fornecedores?
- f) Na sua opinião, a Bahia tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores domésticos? Por quê? Caso sim, a sua empresa possui alguma preocupação com relação a esses possíveis entrantes? Quais?
- g) Na sua opinião, qual a importância de Arranjos Produtivos Locais (APL) na indústria de turbinas eólicas? O que seria preciso fazer para promover o desenvolvimento deste tipo de APL? A sua empresa tem interesse no desenvolvimento de um APL no Estado? Por quê?

#### **4. Infraestrutura**

- a) Na sua opinião, a Bahia dispõe de infraestrutura suficiente para firmar mais fabricantes e fornecedores de equipamentos eólicos? Caso não, quais os fatores determinantes para essa dificuldade e porque a sua empresa decidiu se instalar no Estado? Caso sim, o que pode ser considerado uma barreira para entrada de novas empresas?
- b) Qual o maior desafio infraestrutural que sua empresa enfrenta na Bahia? O que pode ser melhorado?
- c) Levando em consideração a demanda crescente de energia e os problemas atuais nas linhas de transmissão, como esses fatores podem dificultar o desenvolvimento da sua empresa?

#### **5. Recursos Humanos**

- a) Quão interessante é para sua empresa a mão-de-obra local?
- b) Qual o maior desafio do recurso humano que a sua empresa enfrenta no Estado?

- c) Na sua opinião, é ainda necessário o aprimoramento dessa mão-de-obra? Através de que ações?
- d) Você desempenha algum programa para capacitação de RH? Qual?
- e) Qual o potencial para a geração de empregos locais pela fabricação de equipamentos eólicos? Existe alguma estimativa?

## **6. Tecnologia**

- a) Qual o maior desafio tecnológico enfrentado por sua empresa na Bahia?
- b) Qual o papel da tecnologia no desenvolvimento de suas ações?
- c) Qual a sua percepção sobre a capacidade inovativa na Bahia? De alguma forma, essa capacidade afeta o desenvolvimento de suas atividades? Como? O que pode ser melhorado?
- d) A sua empresa tem interesse em estimular o desenvolvimento da inovação tecnológica baiana? Como? Por quê?
- e) Como a sua empresa trata da confidencialidade tecnológica?
- f) Sua empresa teria interesse em transferir sua tecnologia para empresas domésticas? Por quê? Caso sim, a partir de que mecanismo (ex.: Joint ventures, filiais estrangeiras, licença de design, transferência inter-empresa de recursos humanos, educação estrangeira, etc.)?

## **APÊNDICE D – Roteiro de entrevista com clientes (investidores) de aerogeradores**

### **1. Mercado**

- a) O que a Bahia tem de vantagem em relação aos competidores do Nordeste?
- b) Como se dá as relações comerciais e financeiras da sua empresa com os diferentes níveis de fabricantes?
- c) Qual a importância da proximidade entre a sua empresa e os fabricantes?
- d) Diante da minimização de investimentos em novos leilões, como isto vem afetando suas atividades e qual a sua percepção sobre a futura indústria de equipamentos eólicos?
- e) Na sua opinião, qual a perspectiva de evolução da cadeia produtiva (ex.: se concentrar em um único e grande fabricante; ser dominada pelas multinacionais ou por pequenas empresas domésticas)?
- f) Qual fator determina a escolha do fabricante ideal a ser contratado para os projetos eólicos (custo, capacidade produtiva, potência do aerogerador)?

### **2. Recursos Físicos**

- a) O potencial eólico baiano foi um motivo determinante para instalação da sua empresa na Bahia? Por quê? Caso não, explique quais são os outros fatores.

### **3. Atuação Governamental**

- a) Quais os mecanismos de comunicação entre Estado e sua empresa (fórum, reuniões, etc.)?
- b) Quais dificuldades os investidores enfrentam no Estado? O que pode ser melhorado?
- c) Na sua opinião, a Bahia tem capacidade para desenvolver fabricantes de aerogeradores domésticos? Por quê? Caso sim, a sua empresa possui alguma preocupação com relação a esses possíveis entrantes? Quais?
- d) Na sua opinião, qual a importância de Arranjos Produtivos Locais (APL) na indústria de turbinas eólicas? O que seria preciso fazer para promover o desenvolvimento deste tipo de APL? A sua empresa tem interesse no desenvolvimento de um APL no Estado? Por quê?

- e) Qual sua opinião sobre os incentivos direcionados para a energia eólica? São suficientes?

#### **4. Infraestrutura**

- a) Na sua opinião, a Bahia dispõe de infraestrutura suficiente para atender as necessidades da sua empresa? Caso não, quais os fatores determinantes para essa dificuldade e porque a sua empresa decidiu se instalar no Estado? Caso sim, o que pode ser considerado uma barreira para entrada de novas empresas?
- b) Qual o maior desafio infraestrutural que sua empresa enfrenta na Bahia? O que pode ser melhorado?
- c) Levando em consideração a demanda crescente de energia e os problemas atuais nas linhas de transmissão, como esses fatores podem dificultar o desenvolvimento da sua empresa?

#### **5. Recursos Humanos**

- a) Quão interessante é para sua empresa a mão-de-obra local?
- b) Qual o potencial para a geração de empregos locais pela construção de parques eólicos?
- c) Quantos trabalhadores participam na construção de parques eólicos?

#### **6. Tecnologia**

- d) Qual o papel da tecnologia no desenvolvimento de suas ações?

**UFBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI**

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA  
CEP: 40.210-630  
Telefone: (71) 3283-9800  
E-mail: [pei@ufba.br](mailto:pei@ufba.br)  
Home page: <http://www.pei.ufba.br>

