



*Federação das Indústrias do Estado da Bahia*

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**RAFAELA COSTA LIMA**

**O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE AEROGERADORES  
NA BAHIA**

**Salvador**

**2018**

**RAFAELA COSTA LIMA**

**O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE AEROGERADORES  
NA BAHIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de pós-graduação em Energias Renováveis do Centro Universitário Senai Cimatec como requisito final para a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. M.Sc. Sérgio Oliveira Pitombo

Salvador

2018

# O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE AEROGERADORES NA BAHIA

Rafaela Costa Lima<sup>1</sup>

Sérgio Oliveira Pitombo<sup>2</sup>

## RESUMO

A Bahia é considerada um dos principais polos da indústria eólica do Brasil, concentrando, em sua estrutura, os maiores fabricantes do setor eólico brasileiro. No entanto, apesar do Estado possuir diversas vantagens para se consolidar neste mercado, nota-se que existem entraves consideráveis associados às questões tecnológicas. Partindo deste cenário, este artigo propõe apresentar uma leitura crítica, buscando identificar lacunas e propor incrementos ou relações construtivas a respeito da pesquisa, desenvolvimento e inovação da indústria de aerogeradores na Bahia. O trabalho desenvolveu-se através de um método exploratório e qualitativo, onde foram descritos, analisados e avaliados os assuntos mais relevantes para o tema proposto. Através dos argumentos e resultados obtidos, concluiu-se que o desenvolvimento tecnológico deste setor tem ocorrido, principalmente, no exterior, e como a tecnologia é um dos principais fatores de competitividade da indústria eólica, sendo determinante para o rápido avanço da indústria, é necessário que a Bahia aprimore suas competências para fomentar o desenvolvimento deste mercado.

**Palavras-chave:** Energia Eólica, Indústria Eólica, Aerogerador, Tecnologia, Bahia.

---

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Salvador – Mestra em Engenharia Industrial na Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: rafaelacostal@gmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Elétrica na Universidade Salvador – Mestre em Engenharia Elétrica na Universidade de São Paulo (USP). E-mail: sergio.pitombo@fieb.org.br

## 1 INTRODUÇÃO

Com a aceleração das mudanças tecnológicas e do processo de globalização, é intensificada a competição e as necessidades por novos produtos, como bens e serviços, o que resulta na preocupação das organizações para com o desenvolvimento de avanços tecnológicos, econômicos e sociais.

Segundo Porter (1999), a transformação tecnológica tem poder para influenciar a estrutura industrial, através da sua mudança ou da criação de novas indústrias; e a vantagem competitiva, sendo a tecnologia um ingrediente essencial para a estratégia competitiva.

O reconhecimento da crescente importância do desenvolvimento da tecnologia como fonte de competitividade para empresas, tanto pelo crescimento do montante de recursos envolvidos, quanto pela importância estratégica e competitiva, propiciou a busca por fontes mais limpas de geração nas matrizes energéticas, a exemplo da eólica.

O aumento do uso da energia eólica, quando comparado com outras fontes geradoras de energia elétrica, é conferido, principalmente, ao desenvolvimento tecnológico ocorrido no setor, o que conduziu ao acirramento da competição no mercado e a redução dos custos de produção e dos preços negociados nos leilões de energia (FALANI, 2014).

Nesse sentido, a busca por equipamentos eólicos que apresentem maior qualidade e eficiência é indispensável, tendo em vista que como o mesmo corresponde em torno de 75% do custo do projeto eólico, com o melhor entendimento técnico sobre o modo de produção e domínio da tecnologia é possível obter preços mais competitivos no mercado. Logo, a necessidade de fortes incentivos ao progresso tecnológico, seja no sentido de investimentos diretos em P&D e Inovação ou na abertura do país para receber investimentos externos, é fundamental (MELO, 2013).

Levando em consideração que o desenvolvimento tecnológico é um dos principais fatores de competitividade da indústria eólica, e que o setor energético é fundamental para o crescimento econômico e bem-estar da sociedade, sendo seu suprimento objetivo estratégico para qualquer país, este artigo pretende abordar

sobre o desenvolvimento tecnológico da indústria de aerogeradores na Bahia, identificando as dificuldades existentes e oportunidades geradas.

## **2 DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE AEROGERADORES NO BRASIL**

A indústria de energia eólica mundial é relativamente recente, sendo que, somente a partir de meados da década de 90 este setor começou a receber massivos investimentos em tecnologia, tornando-se mais atrativo do ponto de vista econômico (GANNOUM, 2015).

No Brasil, a competitividade da energia eólica no mercado foi verificada em 2009, por meio de leilões voltados para energia de reserva no país que buscavam maior diversificação da matriz energética em termos de fontes renováveis e, sucessivamente, pela massiva entrada de fabricantes de aerogeradores (SIMAS; PACCA, 2013).

No início da instalação de empresas do setor eólico brasileiro, o incentivo para aquisição de máquinas e equipamentos (Financiamento de Máquinas e Equipamentos, FINAME), produto financeiro do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), estabelecia a compra do aerogerador com 60,0% do seu valor de origem e do seu peso em estrutura nacional (TOLMASQUIM, 2016). Neste sentido, para que o aerogerador fosse considerado nacional, era exigida apenas 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 nacelle e do cubo, considerando que não era interessante a instalação de fábricas de produção no país (TOLMASQUIM, 2016).

A partir de dezembro de 2012 o BNDES divulgou novas regras para o credenciamento e verificação de conteúdo local de aerogeradores fabricados no Brasil. Esta nova metodologia FINAME, prevista no Plano de Nacionalização Progressiva (PNP), 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 2012 e fim em janeiro de 2016. As observações padronizadas foram atualizadas a

cada rodada de verificação, dando visibilidade ao mercado e à sociedade sobre o último marco comprovado com sucesso por cada fabricante.

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 nacelle no Brasil, em unidade própria.	iv) montagem da nacelle 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, conforme 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).

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 e gerar oportunidades para empresas genuinamente brasileiras. Além disso, contribuiu para que as empresas multinacionais fabricassem localmente estes equipamentos, uma vez que o referido

programa confere ao comprador (em geral, o proprietário do parque eólico) melhores condições de financiamento para a aquisição do bem (COSTA et al., 2009).

Neste contexto, cabe destacar que os principais fabricantes de aerogeradores tratam de empresas multinacionais que dispõem de estrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) já consolidada em seu país de origem, logo, todo o projeto tecnológico de engenharia do aerogerador é centralizado no exterior, ficando, portanto, as atividades nacionais restritas à montagem dos principais componentes (LAGE; PROCESSI, 2013).

Diante disso, a cadeia produtiva associada ao aerogerador no Brasil se concentrou, principalmente, nos grandes componentes, como pás e torres, sendo que os itens de maior tecnologia, como os sistemas de controle, sensores, rolamentos e ímãs permanentes, são importados (CGEE, 2015).

Sob outra perspectiva, cabe destacar, que com o desenvolvimento da tecnologia eólica, a tendência mundial aponta para máquinas mais potentes e com maior envergadura, apresentando rotor mais largo, pás maiores e alturas de *hub* mais altas, com o intuito de aproveitar melhor o potencial eólico e viabilizar a exploração dessa fonte em novas regiões, servindo como grandes direcionadores de inovação da indústria (GAYLORD, 2015). A Figura 1 mostra a evolução dos aerogeradores.

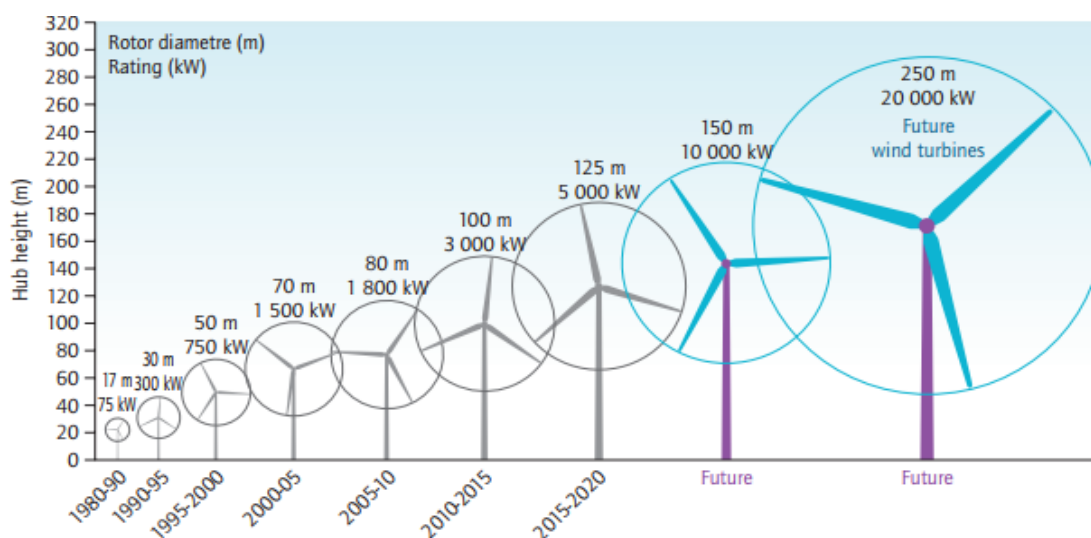


Figura 1 – Crescimento da dimensão dos aerogeradores.

Fonte: IEA (2013).

Neste contexto, cabe salientar que para aumentar a altura dos aerogeradores, é necessário modificar os bens utilizados no processo produtivo, buscando materiais mais leves e resistentes, a fim de que o mesmo suporte as ações de intempéries. Diante disso, o desenvolvimento em torno do design e dos materiais utilizados na fabricação de todos os componentes do aerogerador é um direcionador significativo de inovação, já que visa aprimorar a aerodinâmica, otimizar o aproveitamento energético, bem como reduzir custos (LAGE e PROCESSI, 2013).

À vista disso, o desenvolvimento tecnológico relacionado à indústria eólica pode propiciar um importante espaço para inovação no Brasil, seja por meio de novos materiais nacionais que incrementem o conteúdo local; pelo aumento do tamanho das pás, que apesar das dificuldades logísticas, pode criar novas oportunidades; ou até mesmo pelo aperfeiçoamento do design do equipamento visando um melhor aproveitamento das correntes de vento.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O fundamento metodológico deste estudo configura-se dentro de uma abordagem exploratória, uma vez que contou com procedimentos como pesquisa do objeto de estudo, documental e bibliográfica, levantamento e organização dos dados, e da investigação do tema em profundidade face à temática de estudo sobre a importância das tecnologias no setor de energia eólica estar em plena discussão nas investigações e pesquisas.

Para tanto, com base na pesquisa exploratória, procurou-se tratar os dados coletados por meio de análise qualitativa, com o objetivo de apresentar e interpretar os resultados obtidos e validar a coerência e consistência do estudo.

### **4 A INDÚSTRIA DE AEROGERADORES NA BAHIA**

A Bahia, ao analisar o histórico dos projetos contratados nos leilões, é o Estado líder no volume de projetos comercializados no mercado regulado no Brasil (ANEEL, 2018a). Segundo dados da ANEEL (2018b), atualmente, existem 109 empreendimentos em operação comercial no Estado, gerando cerca de 2.732 MW de potência. Levando em consideração que existem projetos ainda em fase de



construção e com a construção não iniciada, ainda serão gerados mais 1.553,55MW e 1.167,60MW, respectivamente, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade instalada de geração de energia eólica na Bahia.

Status	Quantidade	Potência (MW)
Operação	109	2.731,641
Construção	73	1.553,550
Construção não iniciada	56	1.167,600
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>5.452,791</b>

Fonte: Adaptado de ANEEL (2018b).

A Bahia, diferente dos outros estados do Nordeste que têm maior incidência de ventos no litoral, possui a concentração de seu potencial eólico no interior, atravessando a Chapada Diamantina e o Vale do São Francisco (CAMARGO-SCHUBERT, 2013), cuja extensão territorial é bastante expressiva. Isto facilita e propicia a implantação de empreendimentos eólicos, tendo em vista que as fontes renováveis de geração de energia funcionam como meios de levar desenvolvimento para a região onde se instalam.

Além disso, a condição dos ventos presentes no estado apresenta baixa variação de intensidade e elevada velocidade média, permitindo o uso de mais de 50,0% da capacidade dos aerogeradores (ARAGÃO et al., 2016).

Devido a esse grande potencial eólico e por conta desta capacidade de geração se concentrar em áreas mais distantes das regiões econômicas, em sua totalidade no interior (SDE, 2018), as empresas priorizaram se instalar na Bahia, já que a maior parte dos equipamentos passaria a ser destinada para este estado (GAYLORD, 2015).

Somado a isto, 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 tornam mais viável.

A Bahia possui, ainda, o maior complexo industrial integrado do hemisfério Sul, o polo industrial de Camaçari. Como este 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,

possui vantagens, já que tem facilidade de mão de obra e perfil/cultura industrial, além de facilidades com a possível atração de fornecedores (COFIC POLO, 2018).

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.

Diante disso, o Polo Industrial de Camaçari, viabilizou 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; e alguns dos principais subfornecedores, como a Antec e Ormazábal (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO [SDE], 2018).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. OPORTUNIDADES NA BAHIA**

Ao analisar a importância da questão tecnológica para o desenvolvimento da indústria de aerogeradores, diante do expressivo potencial eólico presente no Estado, nota-se que a Bahia está investindo no desenvolvimento de centros de pesquisa, com o intuito de fomentar este novo mercado.

Neste contexto, o grande complexo tecnológico e industrial, denominado “CIMATEC Industrial”, previsto para ser desenvolvido na Bahia com o intuito de atender as necessidades do mercado, por meio da criação de oferta de serviços de testes para certificação de componentes, permitirá novas possibilidades no processo de certificação na indústria eólica no Brasil, a exemplo de testes para motores e pás de energia eólica (FIEB, 2016).

À luz disso, é indispensável salientar a necessidade de investimento em laboratórios credenciados e reconhecidos para a realização de testes e certificações, já que o Brasil não possui tal infraestrutura, e a nível mundial existem poucos laboratórios atuando. Diante disso, o número de componentes a ser testado por ano

acaba se restringindo o que limita a quantidade e a velocidade de produtos que poderiam ser desenvolvidos (CGEE, 2015).

Logo, a implantação deste complexo será importante para o desenvolvimento tecnológico e industrial da Bahia, pois será o primeiro centro no país com característica para desenvolver e aplicar testes em uma escala semi-industrial, possibilitando a atração de investimentos em ciência e tecnologia, dispondo de conhecimento técnico para várias áreas da indústria, dando suporte às empresas instaladas no Estado, e contribuindo para o fortalecimento da economia e para atração de mais empresas.

Somado a isto, o Estado conta também com o Parque Tecnológico da Bahia que auxilia no desenvolvimento tecnológico, apresentando, dentre seus diversos segmentos, a área de energia e engenharia, que busca, em seu escopo de atuação, estimular trabalhos na aplicabilidade de novas fontes para a geração de energia. Além disso, este centro possui eixos de inovação, onde opera como instrumento de atração de empresas; tecnologia, em que dá suporte à interação entre universidades e empresas; e ciência, envolvendo a estratégia de fortalecimento da produção científica (SECTI, 2018).

A Bahia conta ainda com um dos mais avançados Centro Tecnológico do Brasil, o Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, que desenvolve um programa avançado de suporte tecnológico e educação, em todos os níveis (curso técnico, graduação e pós-graduação), apoiando o processo de desenvolvimento industrial e econômico do Estado (SENAI CIMATEC, 2018).

Neste sentido, cabe destacar que o SENAI/CIMATEC foi uma das instituições que contribuiu para o processo de transferência e *know-how* tecnológico, por meio de medições e simulações anemométricas realizadas para elaboração do Atlas Eólico do estado, na perspectiva de trazer desenvolvimento e base de geração de projeto, e na formação de mão de obra.

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.

Por fim, cabe destacar 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).

## 5.2. DESAFIOS TECNOLÓGICOS EXISTENTES NA BAHIA

Apesar dos diversos benefícios advindos com a atração dessa indústria ao Estado, e perante esta tendência de expansão, é importante destacar que a pesquisa de cunho tecnológico é incipiente na Bahia.

Ao consultar o Diretório de Grupos de Pesquisa, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ, 2018) e pesquisar o termo energia eólica, foram encontrados, no Brasil, 157 registros, enquanto na Bahia foram registrados apenas 11 grupos. Cabe destacar, que do total de grupos de pesquisa voltados para energia eólica, à região Nordeste representa a maior fatia, seguidos pelo Sudeste, Sul, Centro-oeste e Norte, conforme apresenta a Figura 2.

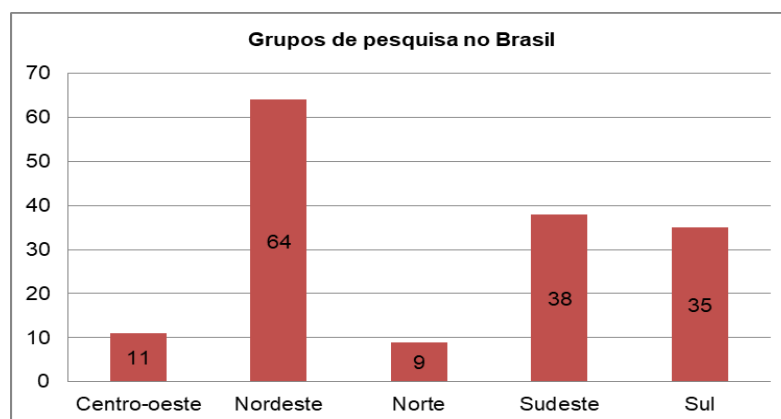


Figura 2 – Distribuição por região, dos grupos de pesquisa em energia eólica no Brasil.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do CNPQ (2018).

Da mesma forma, ao analisar as linhas de pesquisa relacionadas a este termo, foram encontrados 152 registros a nível nacional, 63 registros no Nordeste, e apenas 9 para a Bahia. A Figura 3 apresenta a distribuição das linhas de pesquisa na região Nordeste.

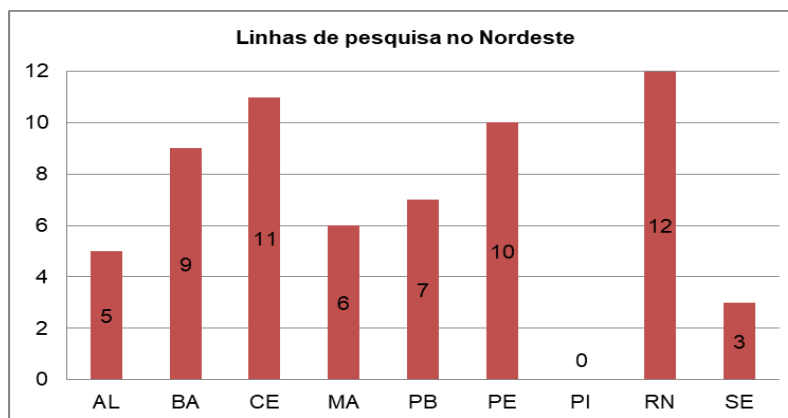


Figura 3 - Distribuição por Estado das linhas de pesquisa em energia eólica no Nordeste.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do CNPQ (2018).

Diante desses dados, pode-se afirmar que essa grande concentração no Nordeste é justificada devido ao potencial eólico da região, que é considerado o maior do país. Porém, apesar do Nordeste estar na dianteira, cabe destacar que o valor representado é pouco significativo, principalmente diante de um setor de vital importância para a promoção do desenvolvimento econômico e cujo investimento permeia projetos de PD&I, já que estes podem possibilitar redução de custos e melhoria da eficiência dos equipamentos eólicos, aumentando assim a competitividade e produtividade do setor.

Somado a isto, é importante destacar que o diretório de grupos não reflete a contribuição efetiva para o desenvolvimento deste setor, tendo em vista que diversos grupos não atualizam suas informações e muitos deles não apresentam trabalhos nas linhas de pesquisas que dizem atuar.

Além disso, por meio da observação dos registros de patente de propriedade industrial de qualquer segmento no Brasil, em relação à origem dos 50 maiores depositantes residentes por estado da federação em 2016, segundo a natureza jurídica do depositante: empresas de médio e grande porte; instituições de ensino e pesquisa e governo; MEI, microempresa e EPP; associações e sociedades de intuito não econômico; pessoas físicas e cooperativas; fica evidente uma significativa concentração em estados do Sul e Sudeste, representando mais de 50,0% dos registros (INPI, 2017), conforme apresenta a Figura 4.

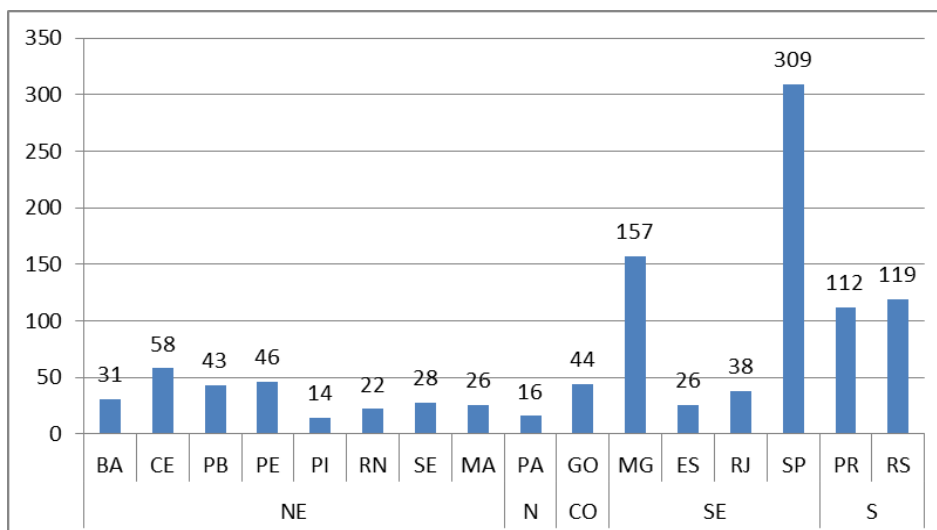


Figura 4 - Patentes de Invenção 2016 - Estados da Federação.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do INPI (2017).

Somado a isto, segundo dados do Boletim Ibero-americano de Tecnologia da Informação (IBEPI, 2017a; 2017b), que detalha as informações dos pedidos de patentes publicados nos escritórios nacionais relacionado ao uso de propriedade industrial sobre energia eólica, foram publicados no Brasil 246 depósitos no segundo semestre de 2016 até o primeiro semestre de 2017, sendo 24 com a primeira prioridade nacional e outros 222 com prioridades estrangeiras, conforme mostra a Figura 5, demonstrando que a incipiência de inovação tecnológica se revela a nível nacional.

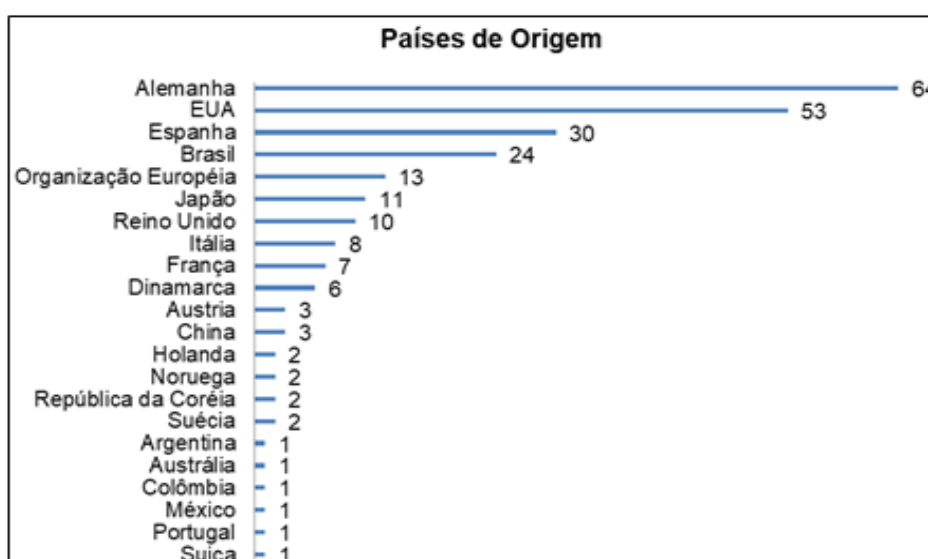


Figura 5 - Aplicações apresentadas pelos respectivos países de origem.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados IBEPI (2017a; 2017b).

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 37%, seguida pela Wobben com 33% e Alstom e Gamesa, ambas com 12%, conforme mostra a Figura 6.

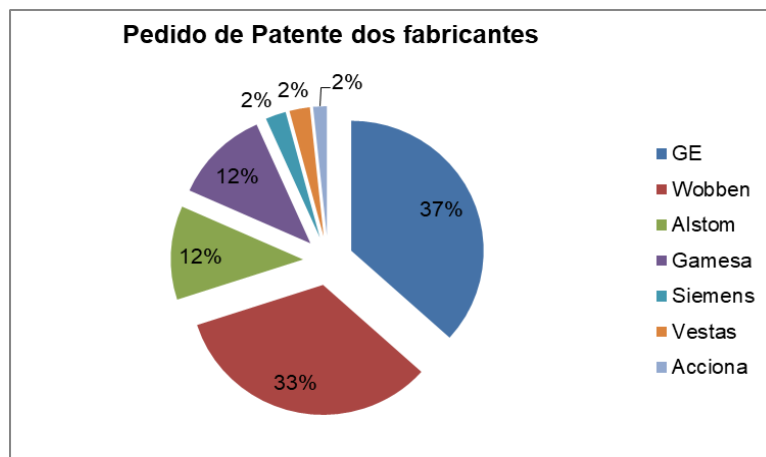


Figura 6 - Candidatos ao pedido de patentes no Brasil.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados IBEPI (2017a; 2017b).

Isto significa que a expansão do mercado eólico se desenvolve devido às tecnologias dos países líderes em conhecimento do setor, tendo em vista que estes detêm a tecnologia, apresentando em sua estrutura organizacional equipes de projeto, pesquisa e desenvolvimento localizadas em seu país de origem. Além disso, estas empresas mantêm uma estreita relação com laboratórios, centros de pesquisas, universidades e consultorias especializadas, trabalhando de forma unificada em projetos e pesquisas aplicadas, com o objetivo de aperfeiçoar a tecnologia dos equipamentos disponibilizados no mercado (CGEE, 2015).

Apesar da concentração de grandes empresas ser um estímulo para o desenvolvimento de novas tecnologias associadas à produção de equipamentos eólicos, pois é possível capturar esse conhecimento e adaptar, desenvolvendo tecnologia própria de acordo com as características locais; é imprescindível discutir a questão dos fornecedores locais. Como normalmente os fornecedores locais de componentes e subcomponentes tem a tarefa de apenas executar o projeto dos fabricantes, ou seja, atendem às especificações e instruções de fabricação enviadas pelo projetista do aerogerador, cria-se uma grande barreira para o surgimento de

novas empresas no setor de inovações incrementais, já que a concentração de conhecimento científico e tecnológico está centralizada nestes grandes *players* (ABDI, 2014).

Neste contexto, é importante salientar que o forte posicionamento e a curva de aprendizado acelerada de investidores globais na área de eólica e a dependência nacional por tecnologias estrangeiras, possibilita que o setor se desenvolva apenas pela dinâmica das forças de mercado, o que pode acarretar na perda do *timing*, deixando-se de gerar oportunidades endógenas (BEZERRA et al., 2015).

## **6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Diante do exposto, pode-se afirmar que a tecnologia é preponderante para a indústria eólica, no qual cada ganho tecnológico será refletido na melhoria do negócio como um todo.

Neste sentido, nota-se que o Estado está investindo no desenvolvimento de centros de pesquisa, com o intuito de fomentar este novo mercado. 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 fundamenta o estabelecimento de padrões mínimos aceitáveis de desempenho técnico do equipamento visando aumentar 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. Diante disso, é indispensável que o sistema FIEB juntamente com o SENAI, concretize este projeto, e que o estado fomente a atração de investimentos em ciência e tecnologia, gerando oportunidades endógenas.

Em contrapartida, devido a 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 através da estruturação de centros de tecnologia.



Perante o potencial eólico e a competitividade desta indústria na Bahia, é recomendado que o Estado crie tecnologia própria para o aproveitamento dessa alternativa energética que se adeque melhor às condições locais, usufruindo da vinda dos fabricantes de aerogeradores ao estado e absorvendo todo o *know-how* dessas empresas, possibilitando o surgimento de massa crítica nesse campo ainda incipiente, e criando certa independência de tecnologias estrangeiras. Além disso, é indispensável que o Estado invista na criação de laboratórios para propiciar o desenvolvimento tecnológico, e, conseqüentemente, com a obtenção de expertise na área, se tornar um grande *player* no setor. Para isto, é importante que o governo da Bahia articule com diferentes autarquias do governo visando estimular a abertura deste novo segmento e as grandes montadoras continuem recebendo incentivos do Governo Federal.

Por fim, considerando que a tecnologia dos aerogeradores é relativamente recente, enseja nesse setor diversas possibilidades de P&D no aperfeiçoamento de seus componentes e subcomponentes. Isto significa que o desenvolvimento tecnológico que visa atender as características naturais do país, precisa, necessariamente, de investimentos maciços na formulação de P&D, seja por meio de *joint venture*, licença de *design*, educação estrangeira, ou transferência inter-empresa de recurso humano, com o intuito de desenvolver e ofertar itens nacionais, permitindo o acompanhamento do desenvolvimento tecnológico internacional, e uma vantagem comparativa única ao setor eólico baiano e brasileiro, tendo em vista que a tecnologia é o principal fator de competitividade desta indústria.

# THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE WIND TURBINE INDUSTRY IN BAHIA

Rafaela Costa Lima  
Sérgio Oliveira Pitombo

## ABSTRACT

Bahia is considered one of the main poles of the Brazilian wind industry, concentrating, in its structure, the largest manufacturers of the Brazilian wind sector. However, although the State has several advantages to consolidate in this market, it is noted that there are considerable obstacles associated with technological issues. Based on this scenario, this article proposes to present a critical reading, seeking to identify gaps and propose constructive increases or relationships regarding the research, development and innovation of the wind turbine industry in Bahia. The work was developed through an exploratory and qualitative method, where the most relevant subjects for the proposed theme were described, analyzed and evaluated. Through the arguments and results obtained, it was concluded that the technological development of this sector has mainly occurred abroad, and as technology is one of the main factors of competitiveness of the wind industry, being decisive for the rapid advance of the industry, it is necessary Bahia to improve its skills to foster the development of this market.

**Keywords:** Wind Energy, Wind Industry, Wind Turbines, Technology, Bahia.

## REFERÊNCIAS

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **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.

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.

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.

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.

CAMARGO-SCHUBERT. **Atlas do Potencial Eólico Bahia**. Bahia: SECTI/SEINFRA/CIMATEC/SENAI, 2013.

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

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 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil: Consulta Parametrizada.** Disponível em: < [http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta\\_parametrizada.jsf](http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf)>. Acesso em: 20 fev. 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.

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.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA – FIEB. **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: 14 mar. 2018.

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.

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.

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.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Technology roadmap - wind energy**. 2013 ed. Paris: 2013.

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.

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

PORTER, M. E. **Competição: estratégias competitivas essenciais**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 14ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

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

\_\_\_\_\_. **Energia Eólica III**. Boletim Ibero-americano: Informação Tecnológica, 2017b.

SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – SECTI. **Parque Tecnológico da Bahia**. Disponível em: <<http://www.secti.ba.gov.br/parque/>>. Acesso em: 28 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 MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS – SEINFRA. **Quadro Síntese: Energia eólica na Bahia 2012 – 2017**. 8ª Reunião do Grupo de Trabalho Bahia – Sergipe, 2017.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL/CENTRO INTEGRADO DE MANUFATURA E Tecnologia – SENAI/CIMATEC. **Sobre o CIMATEC**. Disponível em: <<http://www.senaicimatec.com.br/>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, n.77, 2013.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável**: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. EPE. Rio de Janeiro, 2016.