

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

PUC-SP

Jefferson Lisboa Melo

**Análise dos impactos econômicos da implantação de parques eólicos no
Estado da Bahia**

Mestrado em Administração

São Paulo

2017

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

PUC-SP

Jefferson Lisboa Melo

**Análise dos impactos econômicos da implantação de parques eólicos no
Estado da Bahia**

Mestrado em Administração

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Administração, área de concentração Gestão Integrada das Organizações, sob a orientação da Prof.(a) Dr.(a) Maria Cristina Sanches Amorim.

São Paulo

2017

Banca Examinadora

Dedico este trabalho a minha querida esposa Christiane e aos meus pais “*in memoriam*” que me ensinaram a importância dos estudos e do conhecimento para a vida.

RECONHECIMENTO

A Capes, por me conceder uma bolsa de estudos e proporcionar a oportunidade de fazer o Mestrado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o originador da vida e por conceder uma fração infinitesimal de seu conhecimento e sabedoria para conclusão desse trabalho.

À minha querida esposa Christiane por ter paciência, ser companheira e dividir os momentos difíceis e felizes da minha vida.

Aos meus amigos da área de energias renováveis (em especial ao Renato Figueroa, Diego Figueroa e Fábio Saturnino), por contribuírem de forma significativa para a construção do meu conhecimento, que possibilitou a conclusão desse estudo.

À professora Maria Cristina, por me orientar, pela paciência e apoio.

Aos colegas e professores da PUC-SP, por todo aprendizado, conselhos e experiências compartilhadas ao longo dessa caminhada.

“Quando a sabedoria entrar no seu coração
e o conhecimento se tornar agradável a
sua alma, o raciocínio o guardará e o dis-
cernimento o resguardará”.

(Provérbios 2:10,11)

RESUMO

MELO, J. L. **Análise dos impactos econômicos da implantação de parques eólicos no Estado da Bahia.** Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

O objetivo deste trabalho é analisar os impactos econômicos da implantação de parques eólicos no Estado da Bahia. Os indicadores de impacto são geração de empregos diretos e indiretos, níveis de emissão de carbono, renda gerada pelos arrendamentos e o recolhimento de tributos. O trabalho respalda-se em levantamento teórico sobre as energias renováveis e se aprofunda em energia eólica e a inovação tecnológica do setor. Metodologia da pesquisa: descritiva com método qualitativo com análise de conteúdo nos documentos públicos coletados para o estudo. A análise dos indicadores mostrou a ocorrência de benefícios econômicos e sociais decorrentes da implantação dos parques eólicos nos municípios na Bahia, destacando o expressivo aumento do índice IFDM (composto por indicadores de emprego e renda, educação e saúde). Outro resultado importante, o legado para a comunidade decorrente de projetos culturais e educacionais associados à implantação dos parques.

Palavras-chave: Energias Renováveis. Energia Eólica. Sustentabilidade.

ABSTRACT

MELO, J. L. **Analysis of the economic impacts of wind power plant implementation in Bahia State**. Dissertation (Master). Pontifical Catholic University of São Paulo, 2017.

The objective of this study is analyze the economic impacts of wind power plant implementation in Bahia State, Brazil. Impact indicators are direct and indirect job creation, carbon emission levels, leases and taxes incomes. The study is based on theoretical research about renewable energies, more specifically in wind power and technological innovation in this sector. As research method, this study uses a descriptive approach, and qualitative content analysis of selected public documents. The evaluation of indicators presented social and economic benefits due to wind power plant implementation at Bahia State cities, and highlighted an outstanding increase of IFDM (index composed by employment, incomes, education, and health rates). Another important result was the legacy to the community, due to educational and cultural projects related to wind power plant development.

Keywords: Renewable Energy. Wind Power. Sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARENA	<i>Australian Government Renewable Energy Agency</i>
BEN	Balanço Energético Nacional
BIG	Banco de Informações da Geração
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBMM	Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia
CEF	Caixa Econômica Federal
CEFC	<i>Clean Energy Finance Corporation</i>
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CER	Centro de Energias Renováveis
CERJ	Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO2	Dióxido de carbono
COP-21	21 ^a Conferência das Partes
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
CTGás-ER	Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
ECLAC	<i>Economic Commission for Latin America and the Caribbean</i>
Embrapii	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EPE	Empresa de Pesquisa Energética

EUA	Estados Unidos da América
FC	Fator de Capacidade
Festcasa	Festival de Artes Cênicas da Casa Anísio Teixeira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
G-20	Grupo dos 20
GE	<i>General Eletric</i>
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GW	<i>Gigawatt</i>
IABS	Instituto Ambiental Brasil Sustentável
IBRD	<i>International Bank for Reconstruction and Development</i>
Inter	Instituto Tecnológico de Energia Renovável
IPT/SP	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
ISE	Investimentos Sociais de Empresas
MW	<i>Megawatt</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFDM	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
KW	<i>Kilowatt</i>
LEN	Leilão de Energia Nova
LEN-3	Leilão de Energia Nova para três anos
LEN-5	Leilão de Energia Nova para cinco anos

LER	Leilão de Energia de Reserva
LEV	Laboratório de Energia dos Ventos
LFA	Leilão de Fontes Alternativas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PNP	Plano de Nacionalização Progressiva
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativa de Energia Elétrica
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SP	São Paulo
SIN	Sistema Elétrico Interligado Nacional
TMA	Torre de Medição Anemométrica
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE TERMOS EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

<i>Capex</i>	Dinheiro despendido na aquisição de bens de capital.
<i>El Niño</i>	Fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico.
<i>Et al.</i>	E outros.
<i>La Niña</i>	Fenômeno natural que, oposto ao <i>El Niño</i> , consiste na diminuição da temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico Tropical Central e Oriental.
<i>Layout</i>	Palavra inglesa que significa plano, arranjo, esquema, design, projeto.
<i>Micrositing</i>	<i>Layout</i> da usina eólica que inclui o tipo de máquina, fabricante, altura da torre, potência instalada, previsão de geração anual e o respectivo fator de capacidade.
<i>Offshore</i>	Termo da língua inglesa e que significa “afastado da costa”, na tradução para o português. Utilizado para fazer referência a projetos eólicos construídos no mar.
<i>Per capita</i>	Por ou para cada indivíduo. No contexto do PIB, é o produto interno bruto, dividido pela quantidade de habitantes de um país.
<i>Players</i>	Palavra inglesa que significa “jogador” ou “competidor”.
<i>Ranking</i>	Classificação ordenada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre as principais fontes de energia renováveis	8
Tabela 2 - Evolução da Potência Instalada em Eólica - Brasil	17
Tabela 3 - Capacidade Eólica acumulada no mundo.....	19
Tabela 4 - Estimativa de postos de trabalho gerados pela energia eólica no mundo em 2015	21
Tabela 5 - Atlas Eólicos Estaduais.....	37
Tabela 6 - Evolução da Potência Instalável conforme a altura.....	39
Tabela 7 - Fabricantes de eólica no Brasil.....	44
Tabela 8 - Variação do Índice IFDM em Guanambi (2005-2013)	60
Tabela 9 - Receitas de Impostos e Taxas de Guanambi (2012-2015).....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Torres Anemométrica - fonte: autor.....	27
Figura 2 - Aerogerador - fonte: Alstom (2016).....	28
Figura 3 - Parque Eólico - fonte: Renova Energia.....	29
Figura 4 - Complexo Eólico - fonte: Renova Energia.....	29
Figura 5 - Exemplo de mesoescala - fonte: autor.....	30
Figura 6 - Fases de um projeto eólico - Fonte: GL Garrad Hassan, 2014.....	32
Figura 7 - Componentes do Aerogerador - fonte: MME, 2016.....	33
Figura 8 - Configuração básica do aerogerador e seus custos médios - Fonte: CGEE, 2012.....	34
Figura 9 - Cadeia de Valor de Bens e Serviços - Energia Eólica - Fonte: ABDI, 2014.....	35
Figura 10 - Atlas Eólico do Brasil - Fonte: AMARANTE, 2001.....	36
Figura 11 - Atlas Eólico do estado da Bahia - Fonte: CAMARGO SCHUBERT ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2013.....	38
Figura 12 - Empreendimentos do PROINFA - Fonte: PROINFA, 2010 e MME, 2010.....	43
Figura 13 - Localização das plantas de fornecedores de aerogeradores no Brasil - Fonte: WWF-Brasil, 2015 ..	45
Figura 14 - Evolução dos aerogeradores – diâmetro do rotor, altura de torre e potência nominal - Fonte: CGEE, 2015 adaptado de IEA, 2013.....	47
Figura 15 - Mapeamento das áreas de pesquisa em eólica no Brasil - Fonte: CGEE, 2012.....	49
Figura 16 - Proposta para desenvolvimento de aerogerador nacional e seus componentes - Fonte: CGEE, 2015.....	53
Figura 17 - Áreas de atuação dos núcleos do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Fonte: CGEE, 2015 ..	54
Figura 18 - Localização do município de Guanambi - fonte: Google Maps, 2017	56
Figura 19 - Logotipo da cidade de Guanambi - Fonte: Prefeitura de Guanambi, 2017	57
Figura 20 - Composição do Índice IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017	58
Figura 21 - Critérios de Emprego e Renda IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017	58
Figura 22 - Critérios de Educação IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017	58
Figura 23 - Critérios de Saúde IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017	59
Figura 24 - Estudo IFDM do ano de 2015 no estado da Bahia - Fonte: FIRJAN, 2017	59
Figura 25 - Evolução por área IFDM, anos 2012-2013 - Fonte: FIRJAN, 2017.....	60
Figura 26 - Programa Catavento de Desenvolvimento Social - Fonte: Programa Catavento, 2015.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Investimentos Verdes - América Latina e Caribe – fonte: ECLAC, 2015.....	13
Gráfico 2 - Investimento Global em Energia e Combustíveis Renováveis (2005-2015) - Fonte: REN21, 2016 ..	14
Gráfico 3 - Energia Elétrica por Fonte - Brasil - fonte: EPE, 2016.....	16
Gráfico 4 - Percentagem da capacidade máxima dos reservatórios (2001 e 2014) no Brasil – Fonte: Goldemberg, 2015	16
Gráfico 5 - Evolução da Potência Instalada em Eólica no Brasil - Fonte: EPE,2016	18
Gráfico 6 - Previsão de mercado anual por região da energia eólica (2016-2020) - Fonte: GWEC, 2016	20
Gráfico 7 - Previsão de mercado acumulada por região da energia eólica (2016-2020) - Fonte: GWEC, 2016 ..	20
Gráfico 8 - Evolução da capacidade eólica instalada antes de 2004 - Fonte: EPE, 2013.....	40
Gráfico 9 - Evolução da capacidade instalada de parques eólicos no Brasil - Fonte: CGEE, 2015	41
Gráfico 10 - Distribuição de atividades técnicas do Inter - Fonte: CGEE, 2012	54
Gráfico 11 - Educação e matrículas em Guanambi - fonte: IBGE, 2017	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Velocidade do vento para uso em energia eólica – fonte: Lima Junior (2013).....	27
Quadro 2 - Projetos do P&D Estratégico de eólica - Fonte: Adaptado de Aneel, 2013	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 ENERGIAS RENOVÁVEIS	4
2.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUSTENTABILIDADE.....	8
2.2 INVESTIMENTOS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	12
2.3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	15
3 ENERGIA EÓLICA	18
3.1 HISTÓRICO DA ENERGIA EÓLICA	18
3.2 ENERGIA EÓLICA NO MUNDO	19
3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA	22
3.4 PRINCIPAIS ASPECTOS TÉCNICOS DE ENERGIA EÓLICA	26
3.5 DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EÓLICOS.....	31
3.6 COMPONENTES DE AEROGERADORES E PARQUES EÓLICOS	33
3.7 CADEIA DE VALOR DE ENERGIA EÓLICA	33
4 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.....	35
4.1 INCENTIVOS A GERAÇÃO EÓLICA NO BRASIL.....	41
4.2 FORNECEDORES DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.....	44
5 TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM ENERGIA EÓLICA	46
5.1 TRÍPLICE HÉLICE DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL	48
6 DESENVOLVIMENTO REGIONAL NA BAHIA EM DECORRÊNCIA DE EÓLICA	55
6.1 PROJETOS SOCIAIS DESENVOLVIDOS PELAS EMPRESAS EÓLICAS NA REGIÃO DA BAHIA.....	62
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	75

INTRODUÇÃO

O presente trabalho discorre sobre a geração da energia eólica para o desenvolvimento econômico e social no Estado da Bahia. O objetivo do estudo é analisar os benefícios oriundos do aumento da participação de energia eólica na matriz energética brasileira. Os indicadores do impacto sócio-econômico são geração de empregos, redução da emissão de gases CO₂ (dióxido de carbono) e recolhimento de tributos pelo governo.

O desenvolvimento da energia eólica está associado aos grandes debates não apenas no Brasil, mas em todo o mundo: preservação ambiental, desenvolvimento regional que deve considerar as peculiaridades locais na elaboração das políticas e nacionalização de importados para a oferta de energia no Brasil.

A região onde hoje está localizado o Estado da Bahia foi o local de chegada dos primeiros portugueses ao Brasil no ano de 1500. No entanto, ainda hoje carece de infraestrutura e de melhorias para o desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, é necessário crescer, mas preservar os recursos não renováveis da região, e a geração eólica emerge como uma alternativa muito pertinente e racional, uma vez que o estado possui um grande potencial eólico.

O Estado da Bahia possui municípios que estão entre os mais pobres do país e que precisam de investimento para se desenvolver, o que coincide com o seu potencial eólico. Os municípios de Sento Sé e Umburanas que possuem um PIB *per capita* e um IDH muito abaixo da média nacional dispõem de um excelente potencial eólico que está sendo estudado desde o ano 2013 e com investimentos projetados. De fato, para crescer é necessário energia e a eólica se torna a melhor opção, embora ainda com pouca representatividade na matriz energética do país com aproximadamente 3,5%.

Na sociedade hodierna a geração de energia é dos principais pilares para o desenvolvimento social. A necessidade de energia pode ser notada em quase todas as atividades humanas e sociais como entretenimento, educação, saúde, segurança, dentre outras. Como resultado desses fatores, as demandas por energia têm crescido nos últimos decênios e com previsão de crescimento para os decênios futuros, pois conforme o estudo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sobre a Projeção da

demanda de energia elétrica (2015-2024), o crescimento médio do consumo de energia no Brasil para o período que compreende os anos de 2015-2024 será de 4,1% ao ano (EPE, 2015).

A crise econômica brasileira iniciada em 2015 provocou desaceleração do PIB e conseqüentemente da demanda por energia ocultando o risco de um novo “apagão” de energia elétrica em algumas regiões do país (POLITO, 2015). A possibilidade de ocorrência de novo apagão energético no Brasil pode produzir impactos em investimentos importantes para o parque produtivo nacional (LOPES, 2015). Dessa forma, é fundamental agir para mitigar esse risco latente no país e gerar maior segurança para investimentos potenciais na economia brasileira.

Soma-se a isso o agravamento em escala mundial dos problemas ambientais que trazem uma necessidade inexorável de mudanças nas fontes geradoras de energia, de modo que a geração se torne sustentável e com o mínimo de impacto ambiental.

Em decorrência desse cenário, o apelo pela utilização das energias renováveis, a chamada “energia limpa” tem-se tornado frequente entre os órgãos mundiais, como a Organização das Nações Unidas que têm estabelecido frequentes metas para a promoção de sustentável de energia a partir das fontes renováveis. Dentre essas destaca-se a energia eólica que possui um grande potencial no Brasil devido as características regionais, sendo que esse tipo de geração de energia no país pode fomentar a economia do país e viabilizar o desenvolvimento de novas indústrias e geração de empregos.

Por meio de estudos dos atlas eólicos dos estados, os *players* do segmento de energia eólica iniciam os investimentos nas regiões que são escolhidas devido ao seu potencial eólico. Posteriormente, iniciam-se os arrendamentos nas regiões e são contratados profissionais locais para o desenvolvimento dos projetos na região. Na etapa de implantação (construção) os projetos irão gerar um grande número de empregos diretos e indiretos e ajudar a desenvolver toda a infraestrutura associada como comércio, serviços e turismo.

Do exposto notamos que de um lado há elevado potencial de energia eólica no Brasil, estabelecendo importante diferencial competitivo, trata-se de energia limpa, os melhores locais para parques eólicos são justamente os mais carentes de investimento, cujo impacto na economia e bem-estar regionais seria significativo; de outro,

ainda há descaso com os impactos ambientais negativos com a utilização de energia não renovável, muitos entraves de natureza burocrática, legal, política e econômica.

Para ilustrar a situação, pode-se mencionar casos de investimento polêmicos em hidrelétricas como a usina de Belo Monte com potencial de 11.233 MW, ao custo projetado de R\$ 25.8 bilhões, com a necessidade de deslocamento de cerca de 20 mil famílias de suas casas e o alagamento de uma área aproximada de 500 quilômetros quadrados (BRASIL, 2016). É fato que o impacto ambiental da hidrelétrica de Belo Monte para a biosfera é muito difícil de se mensurar, quando a opção poderia ter sido por energia eólica. Esperamos que esta pesquisa, ao apresentar os benefícios dos investimentos no Estado da Bahia, contribua para a superação dos entraves mencionados.

Conforme apresentado de forma sintética no início desta introdução, o objetivo da pesquisa é analisar os benefícios oriundos do aumento da participação de energia eólica na matriz energética brasileira nos aspectos:

- geração de empregos diretos e indiretos - pesquisa por meio de dados das regiões em que foram instalados parques eólicos na Bahia;
- indicadores sócio econômicos e ambientais associados ao desenvolvimento regional nos locais de investimento em energia eólica;
- níveis de emissão de carbono - cálculo com base na geração de MW em energia limpa e sua respectiva redução na emissão de carbono;
- renda gerada pelos arrendamentos para os parques eólicos - pesquisa com a população local para mensurar como a renda das áreas arrendadas contribuiu para o desenvolvimento da comunidade local;
- recolhimento de tributos - identificar os principais tributos gerados e o impacto para a geração de renda das diferentes esferas municipal do governo. O levantamento será realizado por meio de pesquisa junto aos órgãos públicos envolvidos na geração de tributos.
- Inovação tecnológica – analisar as iniciativas relacionadas aos projetos eólicos que estão sendo feitas com o envolvimento de empresas, governo e instituições de ensino. O levantamento será feito por meio de informações públicas disponíveis sobre os projetos de pesquisa e junto a profissionais atuantes no segmento de eólica no Brasil.

A metodologia utilizada no estudo envolve a análise dos dados socioeconômicos do Estado da Bahia, análise dos dados referente a geração de energia eólica no país e estados e estimativa de cálculo do impacto dos projetos eólicos para o estado. Todas as informações são públicas e disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), governo federal, governos estaduais, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), dentre outros.

A dissertação está organizada em cinco capítulos: (1) energias renováveis, explica os conceitos de sustentabilidade e a íntima relação com as energias renováveis, os investimentos no setor e a matriz energética brasileira; (2) energia eólica, que inicia por contar a história de eólica e a sua representatividade na matriz energética mundial. Posteriormente aborda as vantagens e desvantagens, os principais aspectos técnicos e o ciclo de desenvolvimento dos projetos eólicos, os componentes de aerogeradores e a cadeia de valor de energia eólica também são abordados no final do capítulo; (3) energia eólica no Brasil, apresentando sua evolução, principais características, incentivos fiscais e os fornecedores de energia eólica no país; (4) tecnologia e inovação no segmento de energia eólica, a evolução tecnológica, as parcerias entre governo, empresas e instituições de ensino que são chamados de Tríplice Hélice. Além disso, apresenta os principais projetos de pesquisa para impulsionar a eólica; e (5) desenvolvimento regional no Estado da Bahia e os projetos sociais desenvolvidos pelas empresas em decorrência dos projetos eólicos. Em seguida a conclusão do trabalho em “Considerações Finais”, contemplando ainda sugestões de estudos futuros. Por fim estão as “Referências Bibliográficas” consultadas para a elaboração deste trabalho e os “Anexos” para consulta de informações que podem reforçar os argumentos utilizados no trabalho.

1 ENERGIAS RENOVÁVEIS

Atualmente muito se tem falado sobre a chamada “energia limpa”, pois a sociedade atual é dependente de energia elétrica para grande parte de suas atividades cotidianas, seja para transporte, entretenimento, saúde ou educação. De fato, um dos critérios para a manutenção da taxa de crescimento da economia de determinado país envolve a geração de energia elétrica condizente com a demanda (VIANA e SILVA, 2014). Para tanto, torna-se necessária a utilização de fontes de energia renováveis,

uma vez que algumas fontes de energia, entre as mais utilizadas, possuem recursos limitados (LOPEZ, 2012). O apelo ambiental cresceu muito nas últimas décadas e tem impulsionado a busca por fontes renováveis e com menor impacto ao ambiente (FIRPO DE SOUZA PORTO *et al.*, 2013).

Soma-se a isso o impacto ambiental gerado pelas hidrelétricas devido a construção das barragens, o recente acidente na usina de Fukushima no Japão que trouxe de volta a preocupação com a geração de energia nuclear e o baixo nível de maturidade da energia solar que está no início de desenvolvimento no país (ROSA, 2015). A necessidade de diversificar a matriz energética é latente no país, em consequência do descompasso entre a expansão da geração hidrelétrica e o aumento do consumo, que só não criou um novo “apagão” no país porque no mesmo período houve uma retração da economia (ROSA, 2015). Ainda conforme Rosa (2015), em busca de uma solução de curto prazo, o governo renovou as concessões das hidrelétricas antigas, que são consideradas como amortizadas e utiliza a geração de energia térmica para complementar a matriz energética do país, que é muito mais cara que as outras fontes e poluente, por não ser renovável.

Segundo Goldemberg e Paletta (2012), as energias renováveis representam aproximadamente 13% da geração mundial de energia, sendo seguida pelos combustíveis fósseis com 80% e a energia nuclear com 7%. Dessa forma, nota-se que as fontes renováveis de energia atualmente são a segunda maior fonte de geração do planeta e continuam em constante crescimento. Esse aspecto torna o estudo dessa fonte relevante para a sociedade em geral e a academia.

A maioria das fontes renováveis para a geração de energia elétrica possuem como característica a imprevisibilidade e variabilidade, que por vezes resulta em déficit e excessos de produção conforme os fatores meteorológicos e ambientais (FREITAS, 2015). Dessa forma, será feita uma breve apresentação das fontes renováveis para geração de energia elétrica existentes atualmente, com o objetivo de analisar as principais vantagens e desvantagens de cada fonte.

Com maior percentual na matriz energética, o que a torna a fonte de geração de energia mais importante no país a muitos anos, a fonte hidrelétrica expandiu devido a abundância do recurso no país e por possuir um preço competitivo. É uma tecnologia consolidada e com alto nível de maturidade que está presente na matriz energética de cerca de 160 países (IEA, 2012). Trata-se de uma fonte renovável, porém o impacto ambiental é grande e conhecido. Como exemplo recente desse impacto, pode-

se citar a polêmica usina de Belo Monte que nos últimos anos foi um dos principais tópicos de discussão dos ambientalistas. As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) possuem o mesmo mecanismo de geração das hidrelétricas, sendo que conforme a Lei nº 13.097 de 19 de janeiro de 2015, que define como características de PCH aquelas usinas que têm potência superior a 3 MW e igual ou inferior a 30 MW, destinados à produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma. As PCH's também causam os mesmos problemas ambientais das grandes hidrelétricas, mas em versão reduzida (Brasil, 2015).

Uma tecnologia empregada para otimizar o recurso hidráulico é a chamada bombagem hidrelétrica, que consiste em bombagem de água nos períodos em que existem excessos de produção de energia elétrica, turbinando-a nas horas em que existe maior procura (FREITAS, 2015). A principal vantagem das centrais hidroelétricas que possuem a tecnologia de bombagem é resguardá-la das intermitências ambientais que são típicas das fontes renováveis. A bombagem hidrelétrica pode ser utilizada de forma estratégica em conjunto com outras fontes de geração de energia renováveis como a eólica, pois em período de intermitência do vento poderia utilizar as vantagens dos recursos de bombeamento e vice-versa.

Outra tecnologia para geração de energia a partir de fontes renováveis que tem emergido nos últimos anos, que são as chamadas pilhas de combustíveis e que possuem a característica de ser muito eficientes e pouco poluentes, mas são utilizadas atualmente apenas em situações de emergência e em locais onde não existe rede elétrica devido ao seu alto custo de geração (CALDAS *et al.*, 2015). Esse tipo de fonte renovável possui como principal característica a de ser virtualmente não poluente e de utilizar como combustível insumos renováveis, a exemplo do etanol (AMARAL *et al.*, 2007). Existem vários tipos dessas pilhas que já foram inventadas, como as que são movidas a óxido sólido e mais atrativas pela alta temperatura de operação, com alta liberação de vapor d'água superaquecido por reações eletroquímicas exotérmicas, que gera grande interesse para uso industrial (MIRANDA, 2015). Espera-se que o desenvolvimento da tecnologia resulte em uma redução significativa de custos, de modo que viabilize o uso em larga escala.

A geração de energia térmica é também considerada como renovável, sendo oriunda de várias fontes como carvão, gás e óleo. Porém, possui alto impacto ambiental por ser poluente e assim como outras fontes de energia renovável esbarram na barreira do alto custo (SANTIAGO; DE REZENDE, 2014), o que faz com que seja

utilizada atualmente apenas para a complementação da fonte hidrelétrica (TOLMASQUIM, 2016).

Outra opção para geração de energia renovável com pouca participação na matriz energética mundial devido a ainda estar em fase de estudos é a chamada energia da fonte oceânica, que possui alta densidade energética e com distribuição mundial. Esse tipo de geração ainda é inviável financeiramente, devido aos altos custos elevados e por possuir pequenos projetos pilotos em fase de testes no Brasil, mas ainda sem previsão para a geração em escala. Conforme Tolmasquim (2016), a energia oceânica pode ser dividida em três tipos que são:

- energia das ondas - utiliza a força das ondas como fator de geração, sendo de 10 a 30 vezes mais densa que a solar. Dessa forma, para alcançar um mesmo potencial energético, são necessárias áreas menores do que a solar para a conversão da energia em eletricidade.
- energia das marés - necessita do alinhamento entre o sol, a terra e a lua. Esse tipo de energia depende da diferença da força gravitacional na superfície, calculada pela derivada da equação da Lei da Gravitação Universal de Newton. Isso faz com que conforme a região na superfície da terra as forças gravitacionais podem variar de forma representativa, assim alternando a potência de geração de energia.
- energia das correntes - podem ser classificadas em marítimas, de densidade, de maré, de vento e litorâneas. Cada uma delas possui suas particularidades e com potência de geração distinto.

A biomassa é outra fonte renovável, sendo que o principal tipo de biomassa empregada para geração elétrica no Brasil é o bagaço de cana, em decorrência da indústria de etanol e açúcar estabelecida no país (TOLMASQUIM, 2016). Porém, a lixívia, lenha, resíduos florestais, carvão vegetal, casca de arroz, capim elefante, casca de laranja, casca de uva, cacho de banana, sabugo de milho, casca de amendoim e serragem de madeira também são fontes de biomassa para a geração elétrica (NONES *et al.*, 2017). Pesa contra a biomassa o seu alto custo de *capex* e seu preço médio de venda de energia que acaba sendo superior a outras fontes renováveis como a Eólica e Hidrelétrica.

Por último, mas não menos importante, a fonte de energia solar possui dois tipos (DOS REIS, 2015):

- fotovoltaica - que consiste na conversão direta da luz em eletricidade;

- heliotérmica - na qual um fluido (geralmente água) é aquecido a partir da energia solar para produzir vapor;

Dentre as duas, a mais utilizada por vários fatores que envolve os custos mais acessíveis é a fotovoltaica que representou 98% dos projetos solares desenvolvidos no ano de 2014 (REN21, 2015). Os projetos de energia solar fotovoltaica possuem grandes perspectivas para o futuro, mas atualmente a geração de energia solar está iniciando no Brasil, tanto que até hoje esse tipo de fonte só participou recentemente de dois Leilões de Energia para venda ao governo que foram nos anos de 2014 e 2015. Para a produção em usinas de grande porte esse tipo de geração ainda está em desenvolvimento de estudos e possíveis redução de custos, sendo mais utilizada atualmente em sistemas de geração distribuída de energia.

O presente estudo dá ênfase na fonte eólica, por se tratar de uma fonte com potencial abundante no Brasil, baixo custo de operação, baixo impacto ambiental, período construtivo menor, baixo custo de *capex* para desenvolvimento e um preço para venda de energia competitivo, conforme a tabela 1. É importante mencionar que algumas fontes de energia renováveis como Oceânica e Solar não figuram na tabela por serem pouco utilizadas em larga escala o que resulta na ausência de dados para o comparativo.

Tabela 1 - Comparativo entre as principais fontes de energia renováveis

Fonte	Custo Capex (R\$/MW)*	Período de Construção (anos)	Custo e Operação	Potencial do Brasil	Impacto Ambiental	Preço (R\$/MW)*
PCH	5.000 – 6.000	1,5 a 2	baixo	Alto	médio	145
Eólica	3.200 – 3.700	0,5 a 1,0	baixo	Alto	baixo	110
Biomassa	4.000 – 5.000	2 a 3	médio	Médio	baixo	140
Hidrelétricas	3.500 – 4.500	4 a 5	médio	Alto	médio	110
Térmica (carvão)	3.000 – 4.000	3 a 4	alto	Baixo	alto	144
Térmica (gás)	3.000 – 4.000	3 a 4	alto	Baixo	alto	162
Térmica (óleo)	3.000 – 4.000	3 a 4	alto	Baixo	alto	300

(*) valores expressos em milhares de R\$

Fonte: Pesquisa interna da empresa Renova Energia S/A, adaptado de pesquisa do Banco Itaú S/A.

2.1 Energias renováveis e sustentabilidade

No ano de 1988, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas cunhou o termo desenvolvimento sustentável e atribuiu a seguinte definição: "desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas

próprias necessidades" (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 46).

Nos últimos anos houveram várias discussões sobre o significado desse termo e diferentes ações para tentar materializá-las no contexto das organizações empresariais (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011). Uma das discussões envolve a questão de valorar ou precificar os ativos ambientais e os possíveis impactos de suas alterações. De fato, conforme uma das bases defendida pela economia ambiental os recursos ambientais devem ter preço, para que se possa mensurar possíveis alterações no meio ambiente (SOUZA-LIMA, 2004).

Deve-se ainda levar em consideração que o modelo econômico típico adotado pelos estudiosos e o mercado não contempla as restrições ambientais, pois é focado em fluxos e variáveis do domínio econômico e considera o meio ambiente e recursos naturais como uma "externalidade", onde as únicas consequências das mudanças climáticas consideradas relevantes são as que afetam o crescimento econômico e o PIB (CAVALCANTI, 2010; CECHIN, 2010). Ainda Cechin (2010), corrobora com isso por afirmar que os economistas consideram que o sistema econômico atua como um sistema isolado do ambiente, composto de matéria e energia que funciona em um fluxo circular contínuo em que são considerados a produção e o consumo, mas não considera o meio ambiente.

Dessa forma, o desenvolvimento segundo a ótica da economia exclui o impacto ambiental e demonstra que a base na qual se fundamenta o crescimento econômico possui muitos problemas (CECHIN, 2010). Soma-se ainda, a constante pressão exigida pelo sistema capitalista com a busca desenfreada de lucros associada com a redução de custos que representa uma ameaça a todos os sistemas vivos que compõe a biosfera, que engloba o conjunto de todos os ecossistemas do planeta Terra (SOUZA-LIMA, 2004). Aspecto esse que pode ser notado na degradação do meio ambiente, como o uso inadequado do solo, desmatamento de florestas (desertificação), extração de minérios, emissão de CO₂ para geração de energia, transposição de áreas extensas para a construção de barragens e usinas hidrelétricas, dentre outras.

Nesse contexto, é evidente que incluir o meio ambiente no fluxo da economia e determinar a valoração dos recursos naturais é uma tarefa complexa, até mesmo porque o conhecimento sobre a utilização e renovação dos recursos naturais pelo ser humano é limitado. Em algumas situações é possível valorar alterações do meio-

ambiente baseando-se em mudanças que estas provocam no valor de bens complementares ou substitutos com preços estabelecidos em mercados (MUELLER, 2007). No entanto conforme Veiga (2009) destaca, é impossível supor algum método para mensurar o desenvolvimento sustentável ou a sustentabilidade ambiental. Isso ocorre devido à complexidade desse tema e por envolver ativos ambientais que em muitos aspectos são imensuráveis.

Georgescu-Roegen (2013) vai além, quando afirma que o capital natural não é somente um fluxo de recursos (energia solar, minerais, combustíveis fósseis), mas considera a natureza e meio ambiente como um serviço que é essencial para a produção, consumo e manutenção da vida humana. Conforme o autor esses recursos são singulares e insubstituíveis e por isso não podem ser precificados.

Cechin (2010), faz uma reflexão sobre os pensamentos de Georgescu-Roegen, e enfatiza que a geração de valor econômico do sistema capitalista em qual a geração hodierna está inserida provoca processos irreversíveis de degradação ambiental. Georgescu-Roegen (2013) considera que é impossível valorar os danos causados pelas mudanças climáticas e degradação ambiental e condena o fluxo econômico atual a entrar em um fluxo decrescente que resultará em uma extinção futura. Dessa forma, o autor cunhou o termo “decrescimento” para o modelo econômico.

Ele ainda faz uma severa crítica para o termo desenvolvimento sustentável, no qual considera como uma falácia por criar uma ideia enganosa de que o crescimento econômico pode ser sustentado indefinidamente (GEORGESCU-ROEGEN, 2013). Dessa forma, é defendida a ideia de que humanidade precisa harmonizar o desenvolvimento com a retração econômica, sendo necessária uma mudança na infraestrutura atual para que a demanda por energia seja reduzida, que é um dos alicerces do modelo econômico (GEORGESCU-ROEGEN, 2013; CECHIN, 2010).

A importância da energia para a economia é evidenciada pelo relatório *"Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future"*, emitido no ano de 2007 pelo *InterAcademy Council*. O relatório mencionava que um dos principais desafios da humanidade no século XXI era fazer a transição para um futuro energético sustentável (CECHIN, 2010).

De fato, a discussão sobre uma matriz energética sustentável tem sido pauta de muitos eventos nos últimos anos. Em 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu um evento chamado de Agenda 2030. Nesse evento foram estabelecidos 17 objetivos que são desdobrados em 169 metas que foram acordados

pelos líderes mundiais representantes dos 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) para entrar em vigor a partir do ano de 2016.

Dentre esses objetivos trata-se do acesso universal a energia elétrica, de forma sustentável, moderno e a preços acessíveis. Dessa forma, torna-se necessário o aumento da participação de energias renováveis na matriz energética global (MUNDO, 2016). Essa meta enfatiza a necessidade de reforçar a cooperação internacional para promover e facilitar o acesso a pesquisa, infraestrutura e tecnologias de energias renováveis. Espera-se até o ano de 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos os países em desenvolvimento e em especial nos países menos desenvolvidos (MUNDO, 2016).

Ainda no final do ano de 2015 foi realizada na França a 21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). A COP-21 teve como principal objetivo buscar um acordo internacional sobre o clima e as mudanças climáticas que devem ser aplicadas a todos os países, sendo enfatizada a necessidade de promover o acesso universal à energia sustentável em países em desenvolvimento, por meio da implantação reforçada das energias renováveis (UNFCCC, 2015).

Outro aspecto que demonstra a relevância das energias renováveis para a economia e sustentabilidade envolve a geração de emprego. De fato, o documento da Organização das Nações Unidas (ONU) intitulado *Human Development Report 2015* (UNDP, 2015), menciona que os projetos de energia renováveis podem gerar empregos de curto e longo prazo, direta e indiretamente, a medida que eles possibilitam o crescimento de outros segmentos da economia. O mesmo documento menciona que no ano de 2014, as energias renováveis (excluindo a hidrelétrica) empregavam cerca de 7,7 milhões de pessoas direta e indiretamente em todo o mundo (UNDP, 2015).

Embora esses números sejam expressivos, eles ainda estão abaixo das projeções para que se possa alcançar o objetivo do ano de 2030, pois a taxa de crescimento anual média das energias renováveis (incluindo a energia hídrica, solar e eólica) durante os anos 2010-2012 foi de 4 por cento, sendo que para alcançar a meta de Energia Sustentável para Todos no ano de 2030 essa taxa de crescimento anual deverá aumentar para 7,5 por cento e os atuais investimentos anuais de cerca de US\$ 400 bilhões precisam triplicar (UNDP, 2015).

É importante ressaltar que cerca de 72 por cento do aumento do consumo de energia a partir de fontes renováveis durante o período de 2010-2012 são provenientes de regiões em desenvolvimento, como o Brasil, mas sua maior parte da Ásia Oriental (UNDP, 2016).

A Tabela 2 demonstra a quantidade de CO₂ que não vou enviada ao meio ambiente por ano e quantificada em toneladas no Brasil em decorrência da geração de energia eólica. De fato, pode-se observar que a quantidade de toneladas evitadas cresce paulatinamente, pois do ano de 2014 para 2015 houve um aumento na redução na ordem de 4 milhões de toneladas de CO₂, e do ano 2015 para 2016 a redução foi de 7 milhões de toneladas.

Tabela 2 - Emissões de CO₂ evitadas por mês (ton) - Brasil

Emissões de CO₂ evitadas por mês (toneladas) – Brasil			
Período	2014	2015	2016
Janeiro	332.066	775.758	708.795
Fevereiro	285.235	609.699	985.341
Março	278.560	557.745	1.115.903
Abril	266.786	472.192	1.258.767
Maio	271.325	742.512	1.317.659
Junho	451.771	812.325	1.470.155
Julho	584.010	946.103	1.800.500
Agosto	710.948	1.224.962	1.848.797
Setembro	696.593	1.035.105	1.956.657
Outubro	818.334	1.185.267	1.961.413
Novembro	665.422	998.970	1.800.348
Dezembro	732.969	1.060.445	1.590.349
Total	6.094.019	10.421.083	17.814.684

Fonte: ABEEólica (Boletins Anuais de Geração Eólica - 2014, 2015 e 2016)

2.2 Investimentos em Energias Renováveis

No ano de 2014, o segmento de energias renováveis, na região da América Latina e Caribe, recebeu grandes investimentos, e cerca de 982 megawatts (MW) de projetos de energia renovável entraram em operação em 2014, contra 244 MW em 2013, totalizando 2.097 MW de capacidade instalada, sendo que desse total a energia eólica representa a maior parte da capacidade instalada com 836 MW (ECLAC, 2015).

Uma pesquisa feita no mês de dezembro/2014 pelo *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (ECLAC, 2015), que é um órgão da Organizações

das Nações Unidas (ONU), evidencia que entre os setores com maior atratividade para os chamados investimentos verdes, as energias renováveis possuem o maior percentual com 23 por cento de atratividade, conforme o gráfico 1.

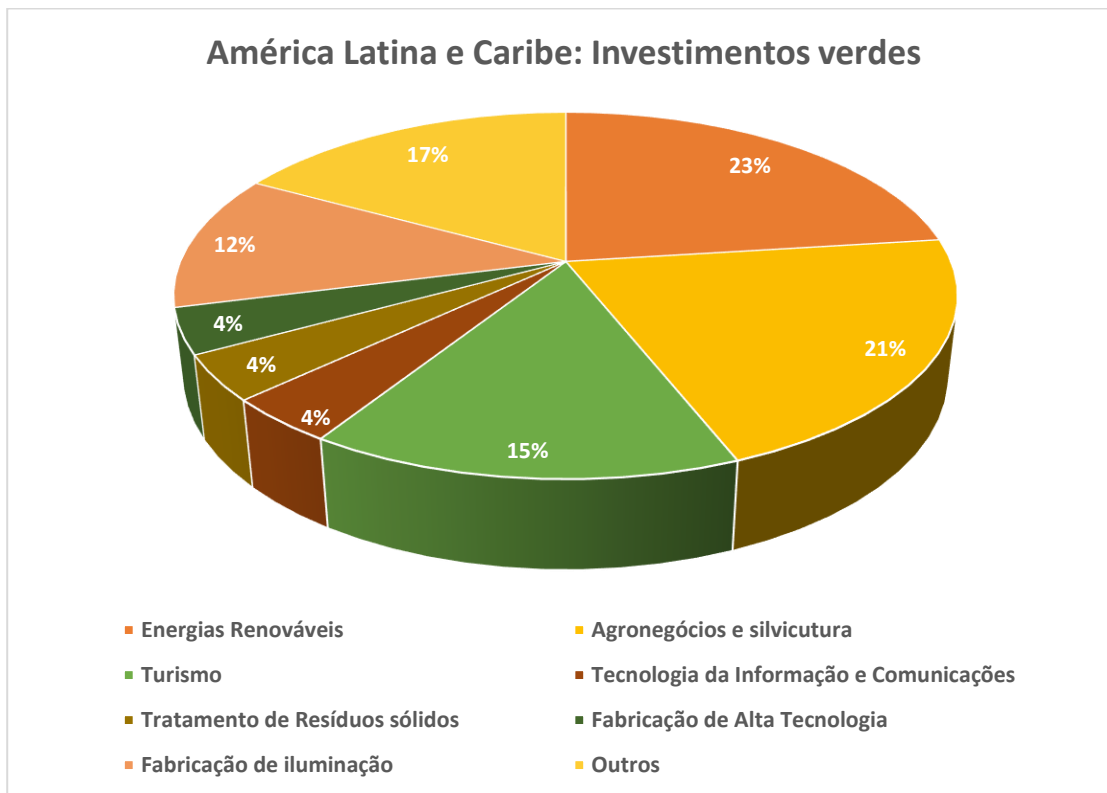


Gráfico 1 - Investimentos Verdes - América Latina e Caribe – fonte: ECLAC, 2015

A atratividade das energias renováveis para investimento é evidenciado pelo fato que nos últimos cinco anos essas fontes tiveram mais investimento do que os combustíveis fósseis. Na região da América Latina e Caribe, somente no ano de 2013 houve investimentos em energias renováveis muito significativos, no Brasil foram investidos aproximadamente US\$ 3 bilhões, no Chile foram investidos US\$ 1,6 bilhão e no México US\$ 1,5 bilhão (FRANKFURT SCHOOL/UNEP, 2015).

Posteriormente, no ano de 2014, a capacidade de geração do setor de energia eólica no Brasil ultrapassou 5 GW com um investimento de aproximadamente US\$ 7 bilhões, que significa mais que o dobro do ano anterior. Isso foi resultado da competitividade da energia eólica nos leilões de energia do país em decorrência do potencial de vento da região nordeste brasileira. É digno de nota mencionar a participação do governo brasileiro, por meio de financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (ECLAC, 2015)

Outros países da região latino-americana também tiveram investimentos significativos se comparado ao tamanho de suas economias no ano de 2014, o Uruguai com investimento de US\$ 1,1 bilhão, Costa Rica com aproximadamente US\$ 600 milhões e Nicarágua com US\$ 100 milhões. O Uruguai é um exemplo nesse aspecto, pois tem investido e incentivado a energia eólica por intermédio de parcerias público-privadas e possui a meta de chegar ao final de 2015 com mais de 40% de sua geração de energia oriunda de eólica (ECLAC, 2015).

O gráfico 2 quantifica esse investimento total em bilhões de dólares no período de 2005-2015 em energias e combustíveis renováveis dividindo entre os países desenvolvidos, China, Índia e Brasil e demais países em desenvolvimento. Conforme o gráfico, apenas no ano de 2015 foram investidos o total de US\$ 286 bilhões em energias e combustíveis renováveis, em um crescimento constante com uma pequena queda no ano de 2013, mas que foi reto-mado em 2014. Isso evidencia o tamanho e importância do segmento de renováveis para a economia mundial.

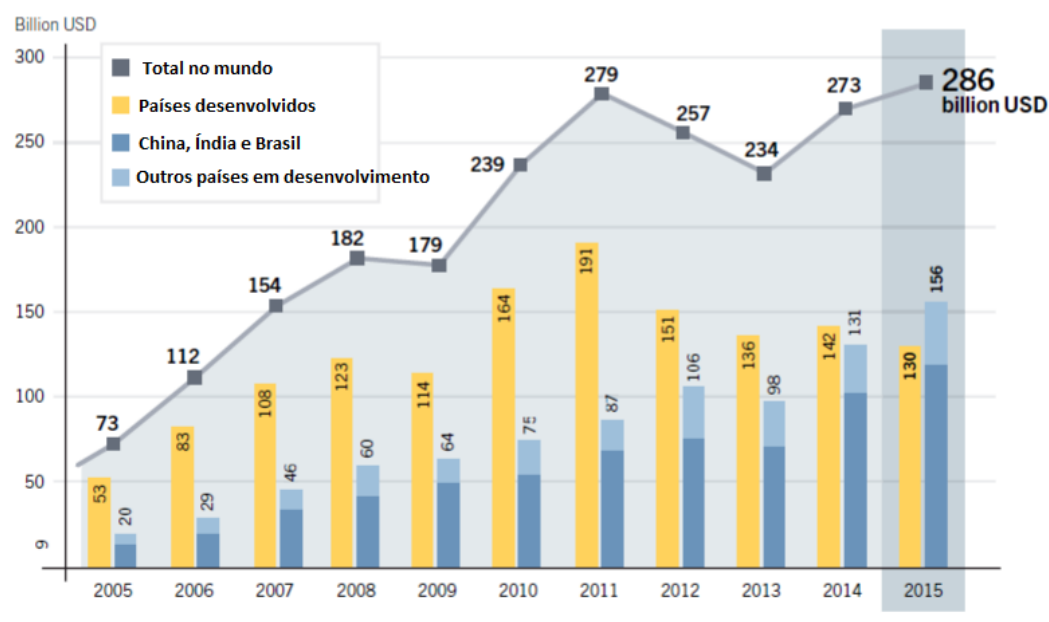


Gráfico 2 - Investimento Global em Energia e Combustíveis Renováveis (2005-2015) - Fonte: REN21, 2016

Em junho de 2016 houve um encontro sediado na China, por um grupo chamado de “Climate Finance Study Group”, que é formado pelas 20 maiores economias do mundo, o G-20. Esse grupo possui o objetivo de promover a prestação e a mobilização de fontes de financiamento climáticas eficazes e transparentes para reforçar as ações de mitigação e adaptação. As discussões desse grupo foram guiadas pelos princípios e objetivos do Acordo de Paris do UNFCCC promovido pelas Organizações das Nações Unidas, onde foram compartilhadas as experiências entre o grupo do G-20 e

amplas discussões sobre as formas de financiamento climático. Nesse contexto, os países membros demonstraram um nível avançado de maturidade em ações para incentivar as energias renováveis, como a Austrália que possui o *Clean Energy Finance Corporation* (CEFC) e a *Australian Government Renewable Energy Agency* (ARENA), o Japão com projetos de energias renováveis para reestruturar sua matriz energética após o incidente em Fukushima, a China que possui 222 projetos de energias renováveis financiados pelo governo, e ainda outras iniciativas de Índia, Estados Unidos e Alemanha (G20, 2016).

Na última década, o Banco Mundial comprometeu US\$ 1,6 bilhão no setor de energia, por meio do *International Bank for Reconstruction and Development* (IBRD), o *Global Environment Facility* (GEF) e financiamentos de carbono, dos quais 93% são destinados para eficiência energética e energias renováveis. No ano de 2016, a carteira do setor de energia do Banco Mundial possuía 23 projetos ativos e US\$ 1,4 bilhão em compromissos relacionados com mitigação de mudanças climáticas, para tanto existem linhas de financiamento específicas (C20, 2016).

Os investimentos eólicos no Brasil são bastante expressivos, pois entre os anos 2003 e 2014 houve concessão de crédito no montante de R\$ 23,4 bilhões, sendo o maior financiador o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Outros bancos também possuem linhas de crédito destinadas a investimentos em eólica, como a Caixa Econômica Federal (CEF), que desde 2012 possui o Finisa, que possui condições e prazos similares aos do BNDES (CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA, 2015).

2.3 Matriz Energética Brasileira

A matriz elétrica brasileira é bastante variada e composta da produção nacional de energia elétrica e as importações. Essa matriz possui uma predominância para as energias renováveis que representam 75,5% e com a maior representação da energia hidráulica que possui 64%, seguidos de Biomassa com 8%, Eólica com 3,5% e Solar com 0,01% (EPE, 2016), conforme o gráfico 3.

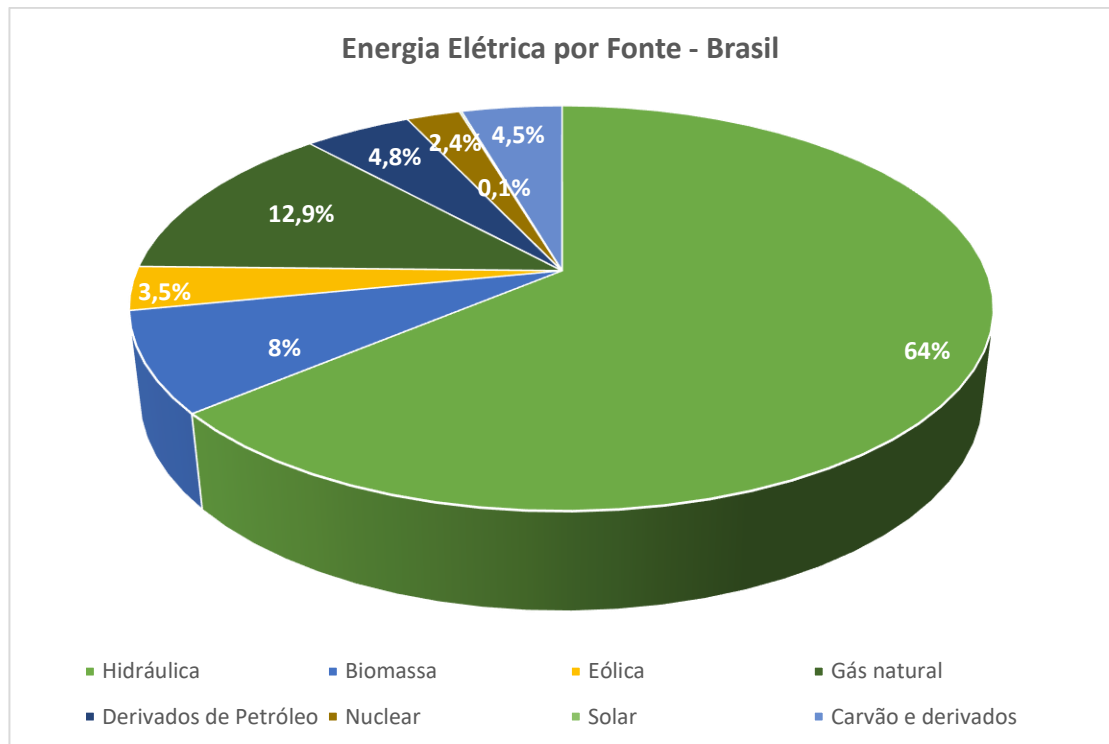


Gráfico 3 - Energia Elétrica por Fonte - Brasil - fonte: EPE, 2016

Ao analisar o gráfico 3, a dependência da fonte hidrelétrica é algo que preocupa pois os reservatórios nos últimos anos não possuem mais o potencial de alguns anos atrás, o que pode ser evidenciado pelo gráfico 4 que demonstra a percentagem da capacidade máxima para todos os reservatórios do país.

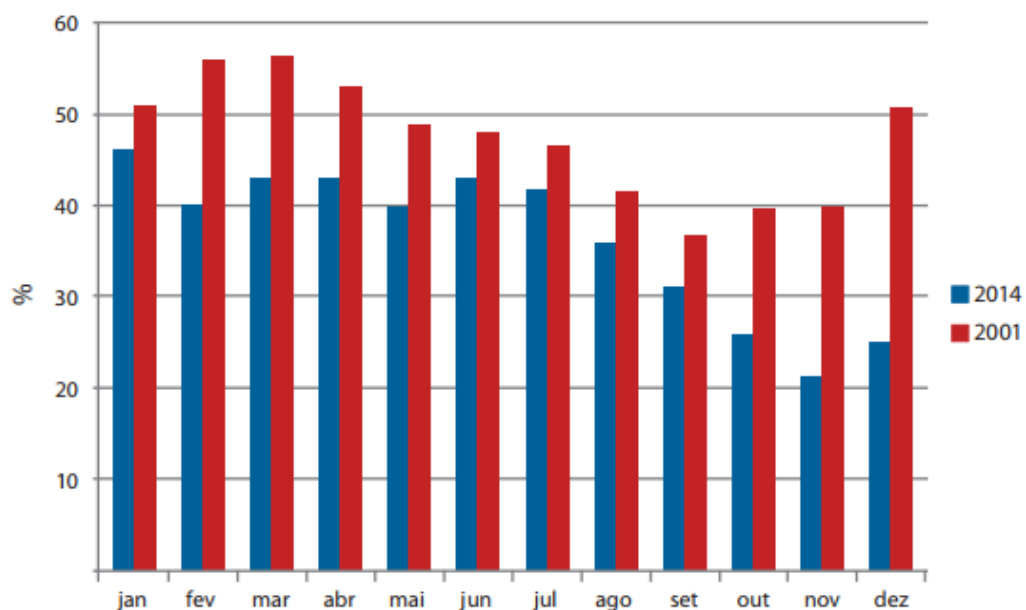


Gráfico 4 - Percentagem da capacidade máxima dos reservatórios (2001 e 2014) no Brasil – Fonte: Goldemberg, 2015

O gráfico demonstra pela comparação da percentagem de armazenamento máximo dos anos 2001 e 2014, mês a mês, que a queda no armazenamento que era de cerca de 20% nos primeiros meses do ano, caiu para

cerca de 50% nos últimos meses do ano. Muitas causas podem levar a esses fatores, como a escassez de chuva dos últimos anos, falta de investimento em infraestrutura para os reservatórios, dentre outros. Porém, a análise desses fatores mostra que a dependência da fonte hidrelétrica é algo que pode colocar em risco até mesmo o crescimento econômico do país para os próximos anos.

A geração de energia elétrica oriunda de fontes renováveis tem crescido mundialmente nos últimos anos, e a previsão futura é bastante otimista, isso porque apenas 22,1% da energia elétrica mundial é de fontes renováveis (o que inclui a hidrelétrica), se a análise for feita pela fonte eólica essa participação representa aproximadamente 3% da geração mundial (ECLAC, 2015).

A produção de energia elétrica a partir da fonte eólica alcançou 21.626 GWh em 2015, equivalente a um aumento de 77,1% em relação ao ano de 2014, quando se atingiu 12.210 GWh, superando a geração nuclear. Em 2015, a potência instalada para geração eólica no país expandiu 56%. Dessa forma, conforme o Banco de Informações da Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a geração eólica nacional cresceu 2.745 MW, alcançando 7.633 MW ao final de 2015 (EPE, 2016). A tabela 2, demonstra a evolução da potência instalada de eólica no Brasil.

Tabela 2 - Evolução da Potência Instalada em Eólica - Brasil

Ano	Produção
2006	237
2007	663
2008	1.183
2009	1.238
2010	2.177
2011	2.705
2012	5.050
2013	6.576
2014	12.210
2015	21.626

Fonte: EPE, 2016

As informações da tabela 2, são representadas visualmente no gráfico 5 em que é possível perceber a curva de crescimento a partir do ano de 2011 até o ano de 2015. Esse período foi quando a maior parte dos projetos eólicos que estavam em desenvolvimento passaram a entrar em operação e colaborar com a geração de energia da matriz energética.

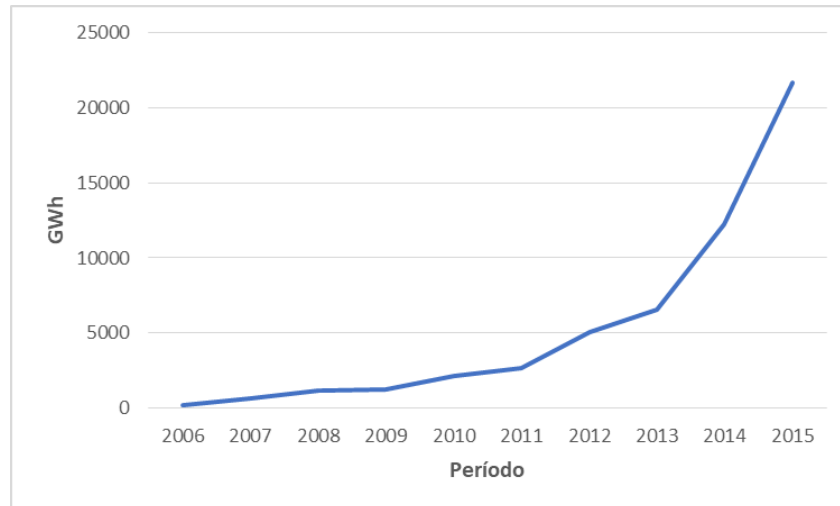


Gráfico 5 - Evolução da Potência Instalada em Eólica no Brasil - Fonte: EPE, 2016

3 ENERGIA EÓLICA

3.1 Histórico da energia eólica

Conforme Kaldellis e Zafirakis (2011), a utilização do vento como fonte geradora de energia remonta ao ano 200 A.C, onde foram encontrados moinhos de vento nas fronteiras da antiga Pérsia (atual Irã). Com o passar dos anos a utilização em escala dos moinhos de vento teve o seu auge entre os anos 1850 e 1930 nos EUA, onde existiam mais de 6 milhões de pequenas máquinas para bombeamento de água (TOLMASQUIM, 2016).

Porém, a utilização do vento para fins elétricos é mais recente, e remonta ao final do século XIX na Dinamarca e nos EUA, com as máquinas que geravam energia elétrica a partir da fonte eólica (TOLMASQUIM, 2016). Flores (2015), menciona que com a crise do petróleo ocorrida em 1973, o governo norte americano passou a incentivar a pesquisa e desenvolvimento da geração de energia por meio das fontes eólicas. Ainda no ano de 1976, foi instalada a primeira turbina eólica comercial ligada a rede elétrica pública e após isso presenciou-se um rápido crescimento da fonte eólica, sendo que atualmente existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo (FLORES, 2015).

Kaldellis e Zafirakis (2011), mencionam que devido ao incentivo do governo dos EUA já no ano de 1990 o país possuía 1,8 GW oriunda de fonte eólica. Tolmasquim (2016), enfatiza que após 1990, o foco da energia eólica foi deslocado para a Europa,

com relação a parques em operação e fabricantes de máquinas decorrente do forte apelo ambiental. Posteriormente, no início dos anos 2000 houve uma melhor distribuição de instalações e fabricantes nos continentes asiático, africano e latino americano. Dessa forma, na década de 2010 a energia eólica já estava estabelecida como importante fonte renovável e com custo competitivo (TOLMASQUIM, 2016).

3.2 Energia eólica no mundo

A energia eólica é uma das fontes renováveis que cresce continuamente, a um percentual médio de 40% ao ano no mundo (RONCAGLIO; JANKE, 2012), enquanto as fontes de energia convencionais crescem muito pouco ou estão em declínio (ABRAMOVAY, 2014). A tabela 3 demonstra os dez primeiros países que compoem a capacidade eólica acumulada no mundo, com o total de MW e o percentual da matriz eólica mundial.

Tabela 3 - Capacidade Eólica acumulada no mundo

Capacidade Eólica Acumulada no mundo (2016)			
Posição	País	MW	% mundo
1	China	168.690	34,7
2	EUA	82.184	16,9
3	Alemanha	50.018	10,3
4	Índia	28.700	5,9
5	Espanha	23.074	4,7
6	Reino Unido	14.543	3
7	França	12.066	2,5
8	Canadá	11.900	2,4
9	Brasil	10.740	2,2
10	Itália	9.257	1,9
11	Outros países	75.577	15,5
Total		486.749	100

Fonte: GWEC, 2016

Nota-se que o Brasil ocupa a nona colocação com uma geração de energia eólica que representa 2,2% da capacidade eólica acumulada no mundo, *ranking* esse que é liderado pela China como o maior gerador de eólica atual. A projeção de crescimento da energia eólica anualmente por regiões (continentes) do mundo para o período que compreende 2016-2020 é evidenciada no gráfico 6, e pode-se observar que em todas as regiões a tendência é crescente.

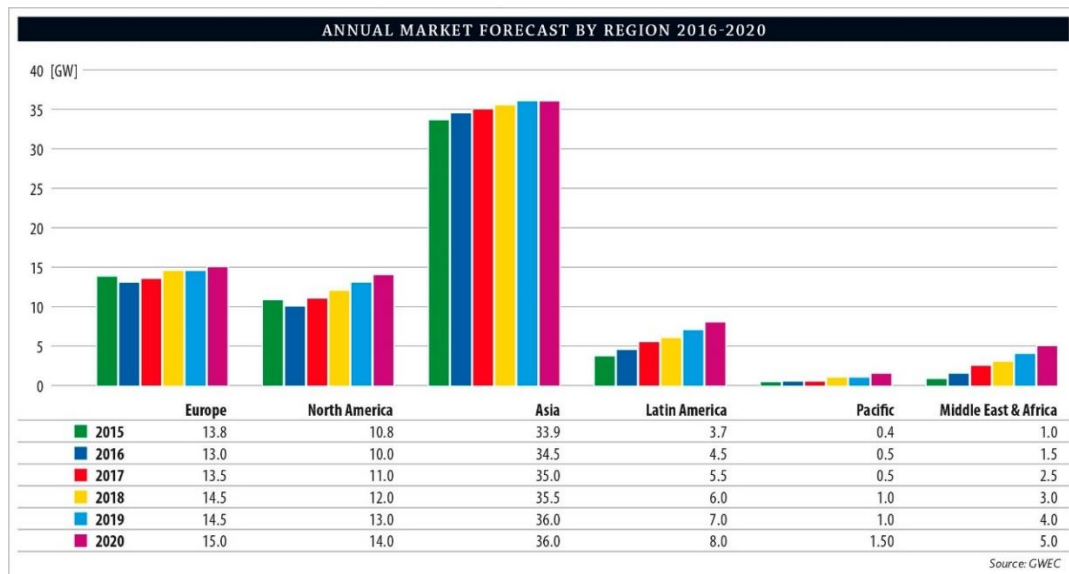


Gráfico 6 - Previsão de mercado anual por região da energia eólica (2016-2020) - Fonte: GWEC, 2016

Posteriormente, o gráfico 7 demonstra a previsão de mercado de energia eólica acumulada também por região (continente) do mundo e demonstra a mesma tendência do gráfico 5, porém evidencia a previsão de panorama mundial para o ano de 2020 em que a região deverá ter 350 GW de eólica em sua matriz energética, a Europa com aproximadamente 220 GW, América do Norte com 150 GW, América Latina com aproximadamente 45 GW, Oriente Médio e África com cerca de 15 GW e região do Pacífico com cerca de 8 GW. Dessa forma, em 2020 a previsão é que a matriz energética mundial tenha aproximadamente 800 GW de energia eólica, o que é um número bastante expressivo e mostra a tendência de investimentos nessa fonte renovável.

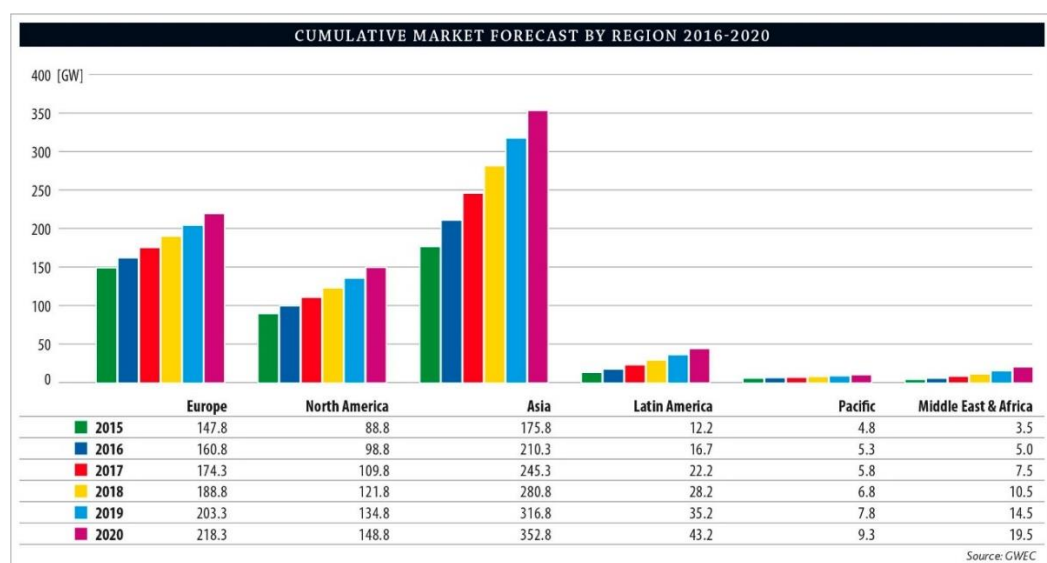


Gráfico 7 - Previsão de mercado acumulada por região da energia eólica (2016-2020) - Fonte: GWEC, 2016

Alves Filho (2003) destaca que em decorrência de um alto investimento em pesquisas em energia eólica, pode-se obter no decorrer do tempo uma redução de custo considerável, o que resulta na viabilidade financeira de muitos projetos eólicos. Soma-se a isso o aumento de produtividade e competitividade do setor, com máquinas mais potentes e menores preços.

Outro aspecto relevante, salientado por Navales e Martinez (2008), é que dentre as fontes de energia renováveis, a eólica se destaca como a mais rentável, o que tem resultado em um importante desenvolvimento industrial e possibilita o chamado desenvolvimento sustentável (SIMAS; PACCA, 2013).

Lovins e Cohen (2013) mencionam que o mercado de energia eólica está estimado em aproximadamente 63 bilhões de dólares por ano no mundo, sendo que desses uma parcela de 6 bilhões de dólares é destinada apenas com a fabricação de aerogeradores (RONCAGLIO; JANKE, 2012).

Conforme Lopes (2012) o combustível do mecanismo de energia eólica é o vento, que existe em abundância no planeta, e é influenciado pela rotação da terra, pelas diferenças entre as áreas de pressão atmosférica e possui alterações conforme a intensidade, direção e topografia. Por se tratar de um recurso abundante e renovável, a energia eólica tem potencial para suprir toda a demanda por energia elétrica do planeta (WHITE, 2011).

O segmento de eólica tem crescido de forma significativa, o que resulta em um aumento de postos de trabalho em eólica no mundo todo, a tabela 4 demonstra a estimativa de postos de trabalho gerados pela energia eólica no mundo.

Tabela 4 - Estimativa de postos de trabalho gerados pela energia eólica no mundo em 2015

País	Quant. de Postos de Trabalho
China	507.000
Brasil	41.000
Estados Unidos	88.000
Índia	48.000
Japão	5.000
Alemanha	149.000
França	20.000
Restante da U.E.	162.000
Outros países	61.000
Total	1.081.000

Fonte: Adaptado de REN21, 2016

A estimativa atual é de a geração eólica atualmente gera emprego para pouco mais de 1 milhão de pessoas no mundo inteiro, com a expectativa de crescimento da matriz energética eólica no mundo esse número deverá aumentar muito em médio prazo.

3.3 Vantagens e desvantagens da energia eólica

Assim como ocorre com qualquer tecnologia, a energia eólica possui vantagens e desvantagens. Para Gomes e Henkes (2014) as principais vantagens na utilização de energia eólica, que são:

- Energia totalmente renovável - o vento é uma fonte de energia inesgotável no meio ambiente e que está presente em todos países do mundo.
- Possui a característica de ser econômica e rentável, se comparada as novas tecnologias - esse aspecto é muito importante, pois a alguns anos atrás a energia eólica era muito cara e não possuía um custo competitivo, porém, com o desenvolvimento tecnológico o custo da eólica tornou-se competitivo e a geração de energia rentável.
- Gera receitas complementares a proprietários que arrendam suas terras - a geração de receitas para os proprietários ocorre devido ao modelo de negócio adotado pelos *players* de eólica no Brasil, uma vez que os desenvolvedores de projetos eólicos não fazem a compra das terras de proprietários onde serão feitos os estudos eólicos e a implantação dos parques. Os desenvolvedores fazem o arrendamento das terras por um período de dez anos para estudos e trinta anos para os locais onde os parques entrarão em operação, o que aumenta de forma significativa a geração de receita dos proprietários que em muitas regiões dependem apenas da atividade rural.
- Não produz resíduos sólidos perigosos - uma usina eólica não produz nenhum tipo de resíduo perigoso ao meio ambiente, o que é muito atrativo se comparado a outros tipos de geração de energia como a energia nuclear.
- Gera poucas desapropriações e impactos sociais - ao contrário do impacto que ocorre em decorrência da implantação de uma usina hidrelétrica, uma planta eólica envolve poucas desapropriações e impacto social pouco significativo. As

poucas desapropriações que ocorrem em um projeto eólico geralmente são decorrentes da passagem de Linha de Transmissão para o escoamento de energia.

- Colabora para a geração de turismo a comunidades locais - os municípios que possuem plantas eólicas acabam se tornando economicamente mais ativos em consequência da geração de receita e emprego da região. Por sua vez, isso faz com que aumente o turismo na região, por tornarem as áreas mais conhecidas.
- Compatível com outras formas de uso do terreno - a implantação de uma planta eólica possibilita ao proprietário das terras a continuar com outras formas de uso de terreno, como a agricultura ou pecuária. Isso ocorre, pois recomenda-se uma distância máxima de 300 metros de distância dos aerogeradores devido ao ruído das máquinas, o que possibilita que o restante da área seja utilizado para qualquer tipo de uso.

Além das vantagens mencionadas pelo autor, pode-se destacar:

- Geração de empregos diretos e indiretos - no início dos estudos para os projetos eólicos são empregados pessoas locais para participarem do projeto, posteriormente durante a etapa de implantação dos projetos são gerados muitos postos de trabalhos para a obra, que em sua grande maioria são preenchidas por profissionais da região que são treinados. Todo o desenvolvimento local e o comércio que são criados em consequência dos projetos eólicos também geram postos de trabalho.
- Redução na emissão de CO₂ na atmosfera, que produz o efeito estufa - a Tabela 2 demonstra a quantidade de CO₂ que não é enviada ao meio ambiente em consequência dos projetos eólicos, o que também é uma grande vantagem para a sociedade e meio ambiente. De fato, no ano de 2016 os projetos eólicos evitaram a emissão de 17 milhões de toneladas de CO₂ no Brasil.
- Pouca utilização do solo - um projeto eólico utiliza uma parcela muito pequena do solo (cerca de 0,33 hectare por MW), se comparado a outras tecnologias para geração de energia. Um projeto de hidrelétrica necessita de uma grande extensão territorial que precisa ser alagada, um projeto de geração solar também precisa de espaço, uma vez que para a geração de cada 1 MW de energia

solar é necessário a utilização de aproximadamente 20.000 metros quadrados de área (2 hectares).

- O grande potencial eólico brasileiro - o Brasil possui um território muito extenso e com um potencial eólico diferenciado, se comparado a muitos países da Europa. Essa característica tem atraído muitos investidores em projetos eólicos no Brasil, pois em estados como Bahia e Rio Grande do Norte existem projetos eólicos em que o vento chega a 10 metros por segundo (m/s), sendo que um projeto considerado como viável na Europa possui em média 7,5 metros por segundo (m/s). A velocidade do vento no final aumenta o Fator de Capacidade dos Parques Eólicos que resultam em uma maior receita.
- Geração de Investimentos em regiões desfavorecidas no Brasil – a grande maioria dos projetos eólicos em desenvolvimento e em operação estão situados em regiões que possuem o histórico de serem desfavorecidas. A implantação de um projeto eólico nessas regiões pode desenvolver a economia e estimular o desenvolvimento social de forma mais rápida do que as políticas públicas e sociais planejam. Como exemplo, pode-se mencionar os municípios de Sento Sé e Umburanas na Bahia, que conforme o censo do IBGE no ano de 2010 possuíam respectivamente um PIB *per capita* de R\$ 7.385,00 e R\$ 5.039,00 com um índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,585 e 0,515 (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010). Esses municípios são os mais pobres do estado da Bahia e desde o ano de 2015 têm recebido investimentos de grande porte e com uma perspectiva maior para os próximos anos, pois tiveram parques eólicos negociados no Leilão de Energia que ocorreu em meados de 2015. Pode-se mencionar muitos projetos em desenvolvimento com um potencial eólico grande em regiões subdesenvolvidas em estados como Ceará, Paraíba, Maranhão Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Rio Grande do Sul.
- Programas sociais patrocinados pelas empresas desenvolvedoras de projetos – durante o período de desenvolvimento de um projeto eólico as empresas promovem programas sociais que agregam muito valor para a comunidade local. Os programas envolvem desde orientação e conscientização ambiental até capacitação profissional para que possam ser absorvidos os profissionais locais que irão trabalhar durante o período de obra e na fase de operação dos parques eólicos.

- Legado da capacitação profissional – os programas de capacitação profissional e treinamento que as empresas promovem se tornam um legado para os membros da comunidade que são treinados. De fato, mesmo depois que o projeto entre em operação as pessoas podem atuar em novas atividades profissionais das que atuavam antes, tendo algum tipo de conexão com o projeto eólico ou não.

Reis (2011) destaca como as principais desvantagens dos projetos de energia eólica:

- Ruído dos aerogeradores, que gera o aumento de barulho. O ruído é um aspecto que pode impactar a criação da pecuária em locais muito próximos aos aerogeradores, uma vez que alguns animais se incomodam. É digno de nota comentar que causa incômodo, mas não inviabiliza a criação da pecuária, assim como outro tipo de cultivo existente.
- Interferências com transmissões eletromagnéticas. Embora essa interferência seja mencionada na literatura, em visita a vários parques eólicos em operação não presenciei nenhum tipo de interferência.
- Impacto visual e aceitação pública, pois muitas paisagens naturais são alteradas pela instalação dos aerogeradores e parques eólicos. Esse aspecto é subjetivo e uma questão de opinião pessoal, pois algumas pessoas criticam a alteração da paisagem natural devido a instalação dos aerogeradores, enquanto outras consideram que os aerogeradores tornam a paisagem mais bonita e passam uma imagem de ambiente sustentável. Também é relevante mencionar que muitas pessoas que visitam regiões com parques eólicos costumam tirar fotografias do local por considerar a paisagem como uma referência de cenário sustentável.
- Colisão de pássaros com os aerogeradores, que gera um impacto sobre a fauna. Para que isso não ocorra, são feitos estudos ambientais de modo a identificar as rotas utilizadas pelos pássaros e a consequente instalação dos aerogeradores fora dessas rotas. Como os pássaros sempre seguem a mesma rota e não possuem a habilidade de desviar, eles podem colidir com a torre do aerogerador se esta estiver em sua rota.

- Limitação de uso do espaço ocupado, pois se deve manter uma faixa de distância das residências para os aerogeradores. A faixa de distância é de 300 metros em média, que é recomendado devido ao ruído das máquinas.

Além das desvantagens mencionadas pelo autor, pode-se destacar os seguintes aspectos para projetos eólicos no Brasil:

- Necessidade de aquisição de tecnologia importada. Embora muitos *players* se instalaram no Brasil para fabricar os itens necessários para a construção de uma planta eólica, ainda existe uma grande dificuldade na transferência do conhecimento para profissionais brasileiros. Uma vez que a cadeia produtiva é complexa, os componentes do aerogerador que são torre, pá, cubo e nacele são produzidos no país, mas com pouca transferência de conhecimento.
- Capacidade Produtiva Limitada dos fabricantes de componentes eólicos. Os fabricantes de componentes eólicos possuem uma capacidade produtiva limitada no país, o que resulta em uma limitação de parques instalados a médio prazo. Como exemplo, pode-se mencionar que no ano de 2015 os grandes *players* estavam no limite de produção e não poderiam fazer entregas excedentes para os próximos três anos. Isso limita a quantidade de MW que podem ser negociados nos Leilões de Energia.
- Financiamentos bancários restritos. O banco que possui linhas de financiamento mais atrativos para projetos de eólica é o BNDES, em sequência a Caixa Econômica Federal (CEF) criou uma linha de financiamento que nos últimos anos teve procura no mercado. Os demais bancos (privados) trabalham com taxas de juros que não atraem investidores.

Torna-se evidente as vantagens da energia eólica em detrimento das desvantagens e da redução do impacto ambiental, o que resultou em mais de 50% do investimento em energias renováveis fosse destinado para eólica. De fato, 82 países utilizam esse tipo de energia e, no ano de 2010, já representava 20% da geração de energia dos Estados Unidos da América (CHIARAVALLOTI; PADUA, 2011).

3.4 Principais aspectos técnicos de energia eólica

Um dos aspectos principais para mensurar o potencial de um projeto eólico é a velocidade do vento em m/s (metros por segundo). Para que se possa garantir uma geração eólica competitiva é necessário no mínimo 5,0 m/s, no caso de geradores

eólicos isolados, no entanto, para complexos eólicos espera-se um vento de ao menos 7,0 m/s (LIMA JUNIOR, 2013). O Quadro 1 possibilita a visualização da velocidade média anual de vento e suas possibilidades de uso para energia eólica.

Velocidade média anual de 10 metros por segundo (m/s) acima do solo	Possibilidade de uso para energia eólica
Abaixo de 3	Usualmente não viável
de 3 a 4	Opção para bombas eólicas, mas não para geradores
de 4 a 5	Viável para geradores eólicos isolados
de 5 a 7	Viável para bombas eólicas e geradores eólicos isolados
Acima de 7	Viável para bombas eólicas e geradores eólicos isolados e conectados à rede

Quadro 1 - Velocidade do vento para uso em energia eólica – fonte: Lima Junior (2013)

Após o entendimento sobre a velocidade do vento, é fundamental definir o conceito de anemômetro e torres anemométricas, que são fundamentais para o entendimento do funcionamento de energia eólica. O anemômetro é um equipamento utilizado para medir a velocidade ou força do vento, por isso amplamente utilizado para medições de comportamento e velocidade de vento nas regiões onde se pretende desenvolver projetos eólicos (BRAGA, 2013). Os anemômetros são utilizados em torres anemométricas que fazem as medições de vento, e as torres utilizadas atualmente possuem aproximadamente 120 metros de altura. A figura-1 demonstra uma torre anemométrica instalada.



Figura 1 - Torres Anemométrica - fonte: autor

Outro componente essencial para o entendimento do conceito de eólica é o aerogerador, também conhecido como turbina eólica, que é a máquina que possibilita a geração da energia elétrica por meio da energia eólica. Essas máquinas desenhadas com base em princípios de engenharia aeronáutica, convertem o movimento do ar em energia. Para uma evolução contínua dessa tecnologia, são feitos estudos e melhorias no *design* das pás de hélice que possuem um formato semelhante as asas de um avião (PICOLO; RÜHLER; RAMPINELLI, 2014). Atualmente, um aerogerador possui aproximadamente 150 metros de altura e cada pá, possui em média 50 metros, que é demonstrado na Figura 2.



Figura 2 - Aerogerador - fonte: Alstom (2016)

De posse dos conhecimentos básicos em eólica é possível conceituar um parque eólico, que é um conjunto de aerogeradores, condutores de eletricidade, subestação de energia e outras instalações que tornam possível a produção de energia derivada da ação do vento, que podem estar situados em terra ou no mar (*offshore*). As composições dos parques eólicos são bem diferentes, desde a quantidade de aerogeradores, local e capacidade de geração de energia, pois depende da análise de cada situação (NIEVES, 2012).

Para a implantação de um parque eólico, também chamado de usina eólica deve-se fazer um estudo criterioso e detalhado das condições de vento, topologia da região, pois uma escolha inadequada da localização desses parques pode resultar na criação de complexos eólicos ineficientes e economicamente inviáveis (OLIVEIRA; ARAUJO; ARAUJO, 2013). A figura 3 mostra um parque eólico em operação na região da Bahia.



Figura 3 - Parque Eólico - fonte: Renova Energia

Um conjunto de Parques Eólicos que estão próximos na mesma extensão geográfica é comumente chamado de complexo eólico. Dessa forma, um projeto que contempla vários parques eólicos na mesma região pode ser denominado como um complexo eólico, conforme a Figura 4.



Figura 4 - Complexo Eólico - fonte: Renova Energia

Para o desenvolvimento dos parques ou de um complexo eólico, torna-se necessário a concepção de um projeto básico de engenharia. A Lei Brasileira 8.666/1993, define um projeto básico como conjunto de elementos necessários e suficientes, com precisão adequada para caracterizar a obra ou complexo de obras, cuja

elaboração é baseada nas indicações de estudos técnicos preliminares e que garantam a viabilidade técnica e as questões ambientais do empreendimento. O projeto deve possibilitar a mensuração de custo da obra e definir os métodos e prazos necessários para a execução (BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993).

No desenvolvimento de projetos eólicos, é necessário definir o custo com base na geração de energia, para isso, utiliza-se o cálculo de Fator de Capacidade. Salino (2011) menciona que o Fator de Capacidade (FC) é a relação entre a produção de determinada usina de energia em dado período de tempo, se essa usina opera em plena capacidade durante todo o tempo de operação. Dessa forma, o cálculo do Fator de Capacidade (FC) considera a Energia total gerada (MWh), Potência (MW) e o Tempo (h), que é representado pela seguinte fórmula:

$$FC = MWh / MW \times h$$

Outra ferramenta muito utilizada nos projetos eólicos são os modelos de mesoescala. Marques (2005), define-o como sendo um processo de modelagem numérica que é utilizado para estudar a previsibilidade climática de determinada região, o que inclui entender o comportamento do vento. O mesoescala abrange os fenômenos em uma distância de 2 a 2.000 km (TORRES; DAGNINO; OLIVEIRA JUNIOR, 2009). Dessa forma, por meio desse tipo de modelagem é possível mapear as áreas que possuem o vento mais forte e direcionar o desenvolvimento dos projetos para essas áreas. A Figura 5 ilustra um mesoescala e pode-se observar a escala que indica o vento mais forte. Nesse exemplo os lugares no mapa em cor roxa possuem um vento mais forte que chega a 9,0 m/s.

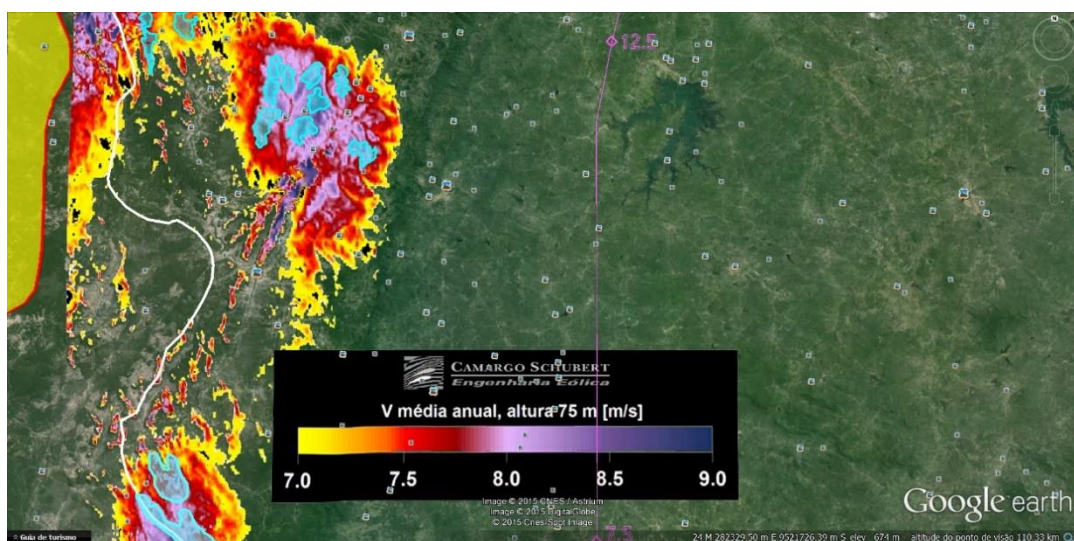


Figura 5 - Exemplo de mesoescala - fonte: autor

Para a concepção de um projeto eólico, é necessário desenvolver um estudo, chamado de *micrositing* com um *layout* final de distribuição das turbinas eólicas no sítio. Estudo esse que é bastante complexo e possui características ímpares, pois deve-se levar em consideração os perfis de velocidade de vento e seu sentido, magnitude das variações, topografia, orografia e rugosidade do terreno (FADIGAS, 2011).

Oliveira, Araújo e Araújo (2013) mencionam ainda o sombreamento da torre e efeito esteira, pois após passar por um aerogerador, o vento sai com uma velocidade menor e uma direção diferente, criando uma turbulência muito forte que pode comprometer a geração de energia e a integridade física das máquinas se posicionadas muito próximas umas das outras. Dessa forma, deve haver um distanciamento entre os aerogeradores. Na etapa final e para a conclusão de um projeto eólico, torna-se necessário a emissão de certificação das medições anemométricas, que deve atender aos critérios da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), conforme o Anexo-1.

A certificação de geração de energia tem por objetivo assegurar uma velocidade média anual do vento para a geração de energia elétrica e retorno do investimento dos projetos.

3.5 Desenvolvimento de Projetos Eólicos

O guia de melhores práticas em gerenciamento de projetos PMBOK®, do *Project Management Institute* (PMI) complementa essa definição quando relaciona um projeto a um esforço temporário, único e suscetível a riscos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013). Ainda Melo *et al.* (2015) mencionam que os projetos possuem como características as mudanças, a temporariedade, interfuncionalidade, exclusividade e incertezas. Os projetos eólicos possuem essas características que são comuns aos projetos, porém com um longo período de duração. Pode-se dividir um projeto eólico em cinco fases, que são:

- **Análise de viabilidade** (Prazo médio: 02 – 04 meses) - No início é necessário fazer uma análise de viabilidade preliminar, onde são consultas informações de mapas eólicos e consultorias especializadas em eólica para a identificação de áreas com potencial de vento. Além disso, é necessário verificar se existe algum tipo de impeditivo para a continuidade do projeto, como questões ambientais da região e possibilidade de escoamento de energia.

- Desenvolvimento (Prazo médio: 04 – 05 anos) - Após a verificação inicial de viabilidade, é definida uma poligonal para prospecção e arrendamento de terras, são feitas as definições de local para a Instalação das Torres de Medição Anemométricas (TMA) e medição dos dados de vento por três anos. Nessa etapa também são refinados os estudos de viabilidade que comprovem que o projeto é viável, é feita a negociação e conscientização com a comunidade local, regularização dos imóveis arrendados, desenvolvimento dos estudos ambientais, obtenção de licenças ambientais junto aos órgãos públicos. Além disso, é necessário obter o certificado que comprova a geração de energia e para os casos de negociação em Leilões de energia é necessário fazer o processo para cadastramento em Leilão de Energia;
- Pré-construção (Prazo médio: 02 – 03 meses) - É feita uma revisão para levantamento de qualquer incoerência ou pendência para posteriormente designar as empresas que serão responsáveis pela etapa de construção e fazer as recomendações devidas.
- Construção (Prazo médio: 06 – 12 meses) - Nessa fase é concluído o design e construção da planta, processo de aquisição dos equipamentos e componentes, gerenciamento da obra civil e elétrica, subcontratação de serviços e acompanhamento da execução e performance da planta.
- Operação (Prazo médio: 25 anos) - É a etapa mais longa onde é feito o controle da produção de energia, manutenção preventiva, limpeza dos módulos, reparo/substituição de componentes e a execução de garantias.

A figura 6 ilustra as fases de um projeto eólico que possui várias características que são singulares como a localização, acesso, infraestrutura do local, topografia, rugosidade do terreno, dentre outros.

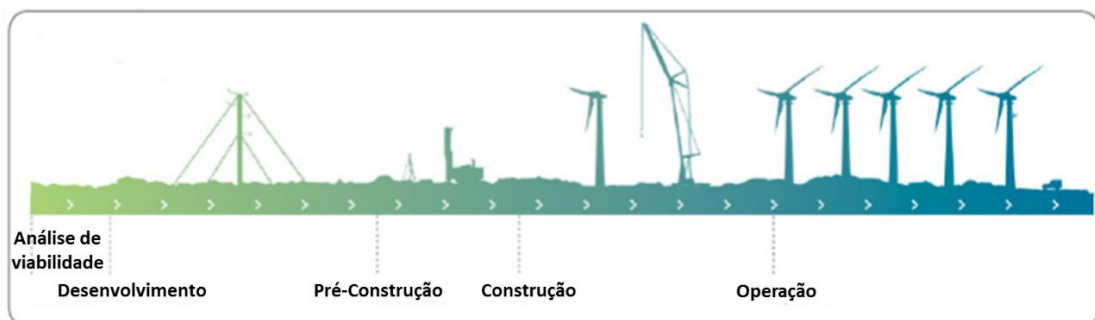


Figura 6 - Fases de um projeto eólico - Fonte: GL Garrad Hassan, 2014

3.6 Componentes de Aerogeradores e Parques Eólicos

Os principais componentes para a montagem e funcionamento dos aerogeradores e parques eólicos são as torres, que possuem a função de sustentar a nacelle e o rotor e define a posição e altura em que a máquina ficará para a captação do recurso eólico (ABDI, 2014). As torres podem ser feitas de aço, concreto ou podem ser híbridas, que são chamadas de tubulares, sendo importante mencionar que sua escolha depende de vários fatores como custo, altura da máquina, transporte, montagem e manutenção (ABDI, 2014).

O componente classificado como mais crítico do aerogerador é chamado de rotor, que é o responsável pelo desempenho da máquina na captura e controle da turbina. O rotor é formado pelas pás e o cubo e são fabricados com material de resina epóxi e fibra de carbono (ABDI, 2014).

O último componente chama-se nacelle, que é uma estrutura situada sobre a torre e onde fica conectada a parte elétrica do aerogerador e demais componentes e geralmente feita em aço (ABDI, 2014). A figura 7 demonstra os componentes de um aerogerador típico.



Figura 7 - Componentes do Aerogerador - fonte: MME, 2016

3.7 Cadeia de Valor de Energia Eólica

A indústria de energia eólica tem crescido de forma significativa nos últimos anos, o que levou a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em meados do ano de 2014 a desenvolver um estudo com o Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil. Para o desenvolvimento do estudo foram consultadas as principais fabricantes, montadoras e prestadores de serviço da indústria de eólica no Brasil (ABDI, 2014).

Por meio das informações geradas no estudo, pode-se identificar o aerogerador como o item mais crítico de toda a cadeia produtiva, pois representa aproximadamente 60% do investimento de um Parque Eólico. O custo do aerogerador por sua vez, de forma geral possui a seguinte distribuição, onde a torre representa de 20% a 25%, o rotor de 20% a 30% e por final a nacele de 35% a 60%, que são os itens que compõem o aerogerador (ABDI, 2014). A figura 8 demonstra uma configuração básica do aerogerador com os percentuais de custos médios associados.

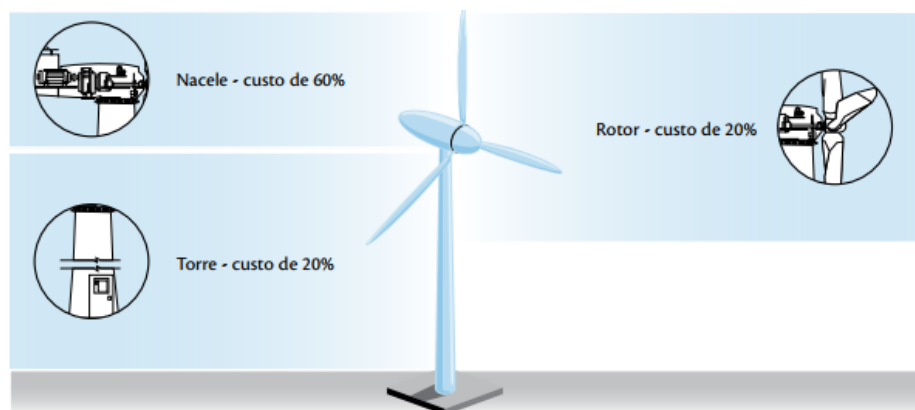


Figura 8 - Configuração básica do aerogerador e seus custos médios - Fonte: CGEE, 2012

A figura 9 demonstra uma síntese de toda a Cadeia Produtiva de Bens e Serviços de Energia Eólica, onde segrega entre os materiais utilizados para a fabricação dos componentes que já foram mencionados anteriormente, na sequência a manufatura que envolve as montadoras dos componentes no local dos Parques.

Além disso, envolve toda a Logística e Operações que é muito complexo e envolve os promotores, consultores, gerentes de projeto, transporte, logística, montagem e operação. Posteriormente, após existe os papéis a serem desempenhados das Empresas do setor Elétrico, concessionárias, Bancos, Construtoras e Fundos de pensão. Para completar a cadeia de Valor, todos os que fazem o uso final, que são as empresas privadas de todos os portes e as empresas do setor público das mais distintas esferas (municipais, estaduais e federais).

Cadeia de Valor de Bens e Serviços – Energia Eólica

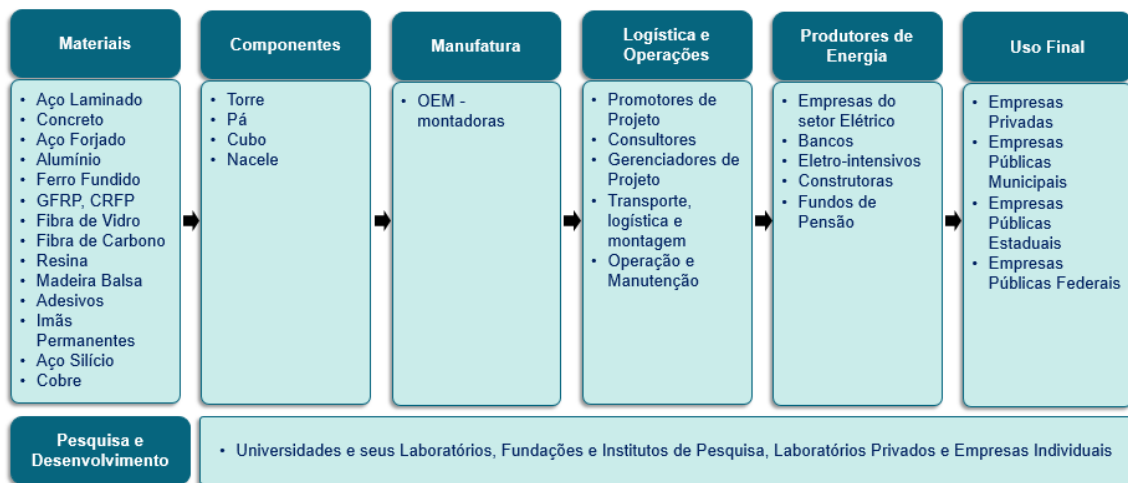


Figura 9 - Cadeia de Valor de Bens e Serviços - Energia Eólica - Fonte: ABDI, 2014

4 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

A energia eólica é gerada há pouco tempo no Brasil e foi impulsionada por incentivos fiscais, mas embora seja recente, possui uma participação significativa e com perspectiva de crescimento na matriz energética (RAMPINELLI; ROSA JUNIOR, 2012). É importante mencionar que o custo da energia eólica diminuiu muito no governo da presidente Dilma Rousseff, sendo que no mesmo período a sua capacidade instalada alcançou a energia nuclear (ROSA, 2015).

No ano de 2001, foi publicado o primeiro atlas eólico do Brasil que mensurava a representatividade dessa fonte de energia com um potencial eólico de 143 GW, sendo que desses 52% estavam localizados na região nordeste (ROSA; FACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012). Porém, esse estudo não evidencia uma visão atual do cenário eólico brasileiro, pois na época se utilizavam aerogeradores com 50 metros de altura e atualmente as máquinas em operação no Brasil possuem até 120 metros. Esse avanço tecnológico possibilita uma estimativa atual de 300 GW de potencial eólico no Brasil (SIMAS; PACCA, 2013).

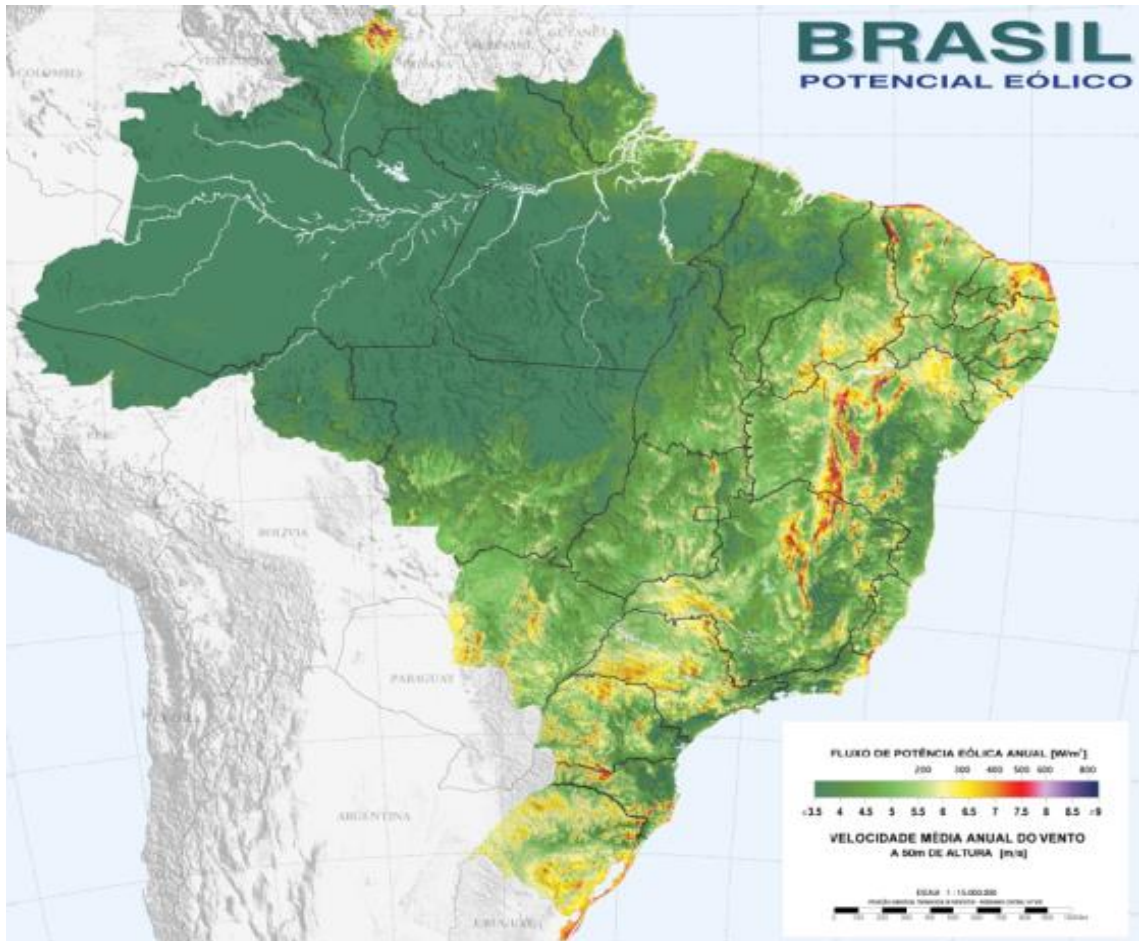


Figura 10 - Atlas Eólico do Brasil - Fonte: AMARANTE, 2001

A Figura 10 demonstra o atlas eólico do Brasil, onde possui uma legenda indicando os locais com maior intensidade de vento. Conforme essa legenda, os locais que possuem vento em áreas identificadas pela cor vermelha (ventos acima de 7,5 m/s), são bons e em locais identificadas pela cor roxa (ventos acima de 8,5 m/s), são muito bons.

Em 2008, o país já possuía plantas de fabricantes para a produção de equipamentos de energia eólica para suportar o fornecimento dos países da América Latina (PINILLA, 2008). Posteriormente em dezembro de 2009, ocorreu o primeiro leilão exclusivo para energia eólica na modalidade de Leilão de Energia Reserva (LER), com o cadastro de 441 projetos que somavam mais de 10 GW de potência, dos quais foram contratados 71 projetos, com 1.805,7 MW de potência (SIMAS; PACCA, 2013). Após o resultado do leilão, várias empresas fabricantes iniciaram linha de montagem no Brasil ou expandiram as linhas existentes (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Esses eventos evidenciavam a consolidação da eólica como fonte de energia e sua participação no mercado energético.

Devido ao rápido desenvolvimento da energia eólica no país, vários estados brasileiros por iniciativa própria patrocinaram a elaboração de atlas eólicos estaduais, conforme a tabela 5 que demonstra o ano de publicação dos atlas de cada estado.

Tabela 5 - Atlas Eólicos Estaduais

Estados	Ano
Alagoas	2000
Bahia	2013
Ceará	2000
Espírito Santo	2009
Minas Gerais	2010
Paraná	2007
Pernambuco	2013
Rio de Janeiro	2002
Rio Grande do Norte	2013
Rio Grande do Sul	2014
São Paulo	2012

Fonte: EPE, 2016

Desenvolver o próprio Atlas Eólico é muito importante para o estado e para o segmento de eólica, pois atrai investimentos em projetos eólicos para o estado e possibilita as empresas do segmento de energia eólica pouparem tempo em estudos de potencial eólico para determinadas regiões, uma vez que pelo mapa estadual é possível identificar as áreas de interesse.

A Figura 11 demonstra o atlas eólico da Bahia que foi desenvolvido por iniciativa própria do governo do estado com suporte da empresa Camargo Schubert no ano de 2013, que leva em consideração a altura do vento em 120 metros e aumentou de forma significativa o potencial eólico do estado da Bahia em comparação com o mapa eólico anterior.

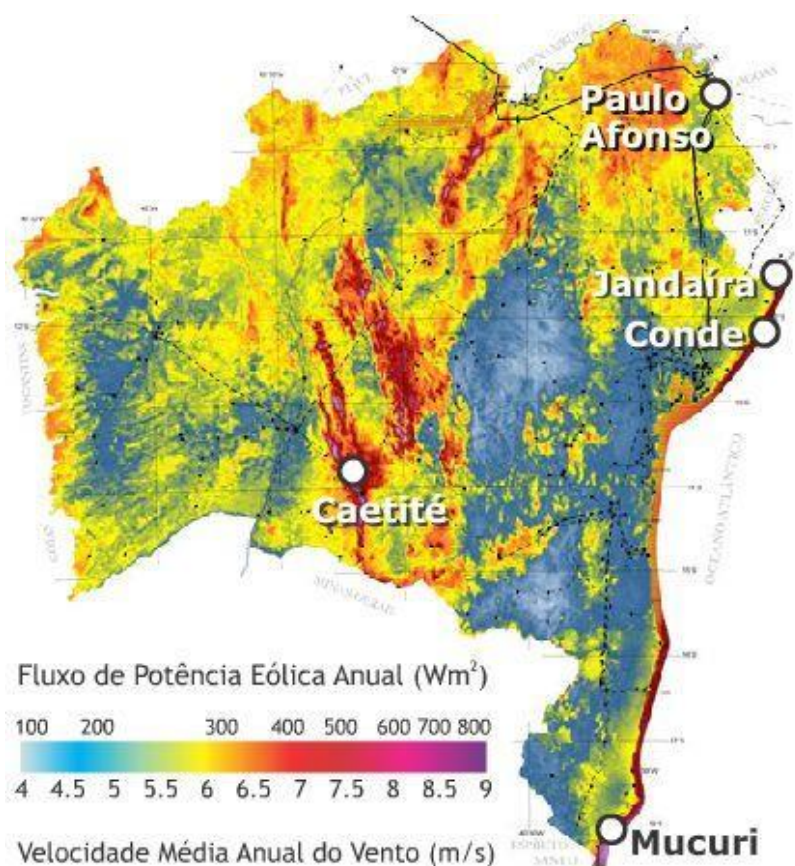


Figura 11 - Atlas Eólico do estado da Bahia - Fonte: CAMARGO SCHUBERT ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2013

Os atlas eólicos estaduais mais antigos foram desenvolvidos com base no modelo adotado no atlas eólico nacional de 2001, que possui carência de informações e algumas limitações, como por exemplo, estimativas de ventos em 50 metros, quando existem aerogeradores que chegam a até 150 metros atualmente em algumas regiões do mundo (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Por este motivo, muitos estados têm atualizados seus atlas eólicos, mas a tecnologia se desenvolve de maneira muito mais rápida do que a atualização dessas documentações.

É relevante mencionar que o potencial eólico de cada região aumenta conforme a altura em que é realizada a medição de vento. A tabela 6 evidencia a evolução da Potência Instalável em MW nas diferentes alturas de medição de vento, e pode-se observar que o potencial total dos dez estados analisados entre 70 e 80 metros é de 111.359, porém esse total é superado apenas pelo estado da Bahia na altura de 150 metros que chega a 195.200 metros. Dessa forma, conforme a evolução tecnológica acontece é fundamental a atualização dos mapas eólicos para que possam retratar o potencial atual do estado.

Tabela 6 - Evolução da Potência Instalável conforme a altura

Estados	Potência Instalável (MW)		
	70m - 80m	100m	150m
Alagoas	336	679	n/d
Bahia	38.600	70.100	195.200
Ceará	24.900	n/d	n/d
Espírito Santo	448	1.143	n/d
Minas Gerais	24.742	39.043	n/d
Paraná	1.363	3.375	n/d
Rio de Janeiro	1.524	2.813	n/d
Rio Grande do Norte	19.431	27.080	n/d
Rio Grande do Sul	n/d	102.800	245.300
São Paulo	15	564	n/d
Total	111.359	247.597	440.500

Fonte: CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA, 2016

Conforme Dalmaz, Passos e Colle (2008), o Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo. Soma-se a isso o fato de que a energia eólica é adaptável em locais isolados e pequenas comunidades rurais, o que é muito comum no Brasil. Nesse contexto, a energia eólica possibilita a inclusão social e econômica de comunidades, residências e pequenos empreendimentos. A geração de energia nesses locais permite o bombeamento de água, irrigação, iluminação pública e utilização de energia elétrica para escolas, postos de saúde e centros comunitários (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

De fato, a energia eólica mostra-se uma eficiente fonte de eletricidade, sobretudo no Brasil, por possibilitar várias vantagens se comparada às fontes tradicionais de geração de energia. Como exemplo, as vantagens ambientais, pois os terrenos onde são instalados os aerogeradores podem ser utilizados para outros usos, além de apoiar o crescimento econômico e sustentável das comunidades e suportar o desenvolvimento rural local. Isso se torna evidente pela geração de receita dos agricultores e proprietários que arrendam suas terras para projetos eólicos. Além disso, essa fonte de energia não emite gases de efeito estufa e por isso auxiliam no alcance das metas brasileiras de redução de emissões (EPE, 2013).

Tolmasquim (2016) menciona que os lugares com melhor potencial de vento para instalação de projetos eólicos estão na região nordeste (Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Piauí e Paraíba), o que explica o fato da região nordeste ter sido a pioneira na implantação de projetos eólicos. Esse histórico demonstra que as perspectivas para os projetos de energia eólica no Brasil são muito positivas

devido ao potencial de vento, características locais e necessidade de maior representatividade de projetos renováveis na matriz energética.

No ano de 1992 por meio de uma parceria entre o grupo de estudos de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) foi instalado o primeiro aerogerador no Brasil em Fernando de Noronha com a potência de 75 kW e foi instalado no arquipélago de Fernando de Noronha no estado de Pernambuco (ANEEL, 2005). Posteriormente, conforme o gráfico 8 do Balanço Energético Nacional (BEN) da EPE, o crescimento da eólica no Brasil foi bastante tímido, chegando no ano de 2004 com apenas 27 MW de capacidade instalada.

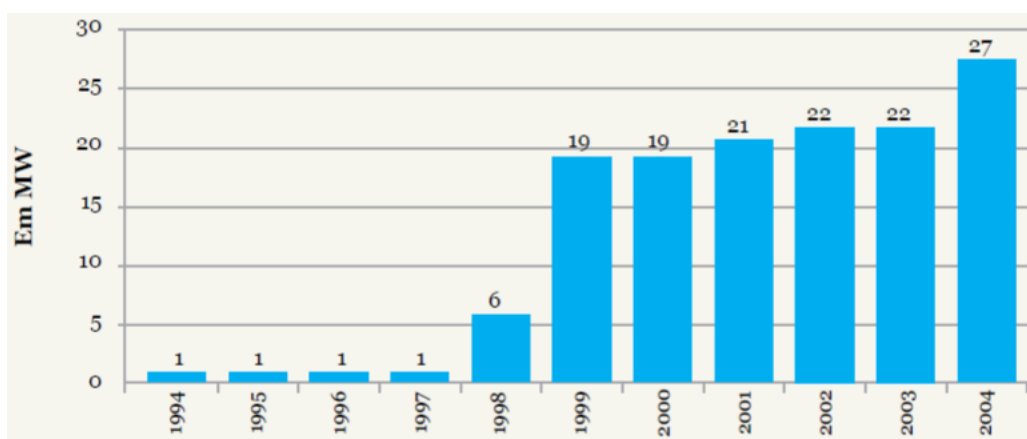


Gráfico 8 - Evolução da capacidade eólica instalada antes de 2004 - Fonte: EPE, 2013.

No ano de 2004 o governo criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), e o cenário para a geração eólica mudou de maneira surpreendente, sendo que apenas dez anos depois o país já possuía mais de 2.000 MW de capacidade instalada. A perspectiva futura ainda é bastante otimista, pois a energia eólica é a segunda fonte que mais cresce na matriz de expansão do setor elétrico, sendo responsável por 24% do crescimento da energia elétrica do Brasil, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2022 (EPE, 2014). Conforme o gráfico 9 que faz uma análise de dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2013 e do Plano de Plano Decenal de Expansão de Energia, até o ano 2023 o país deverá contar com mais de 22 GW de energia oriunda da fonte eólica.

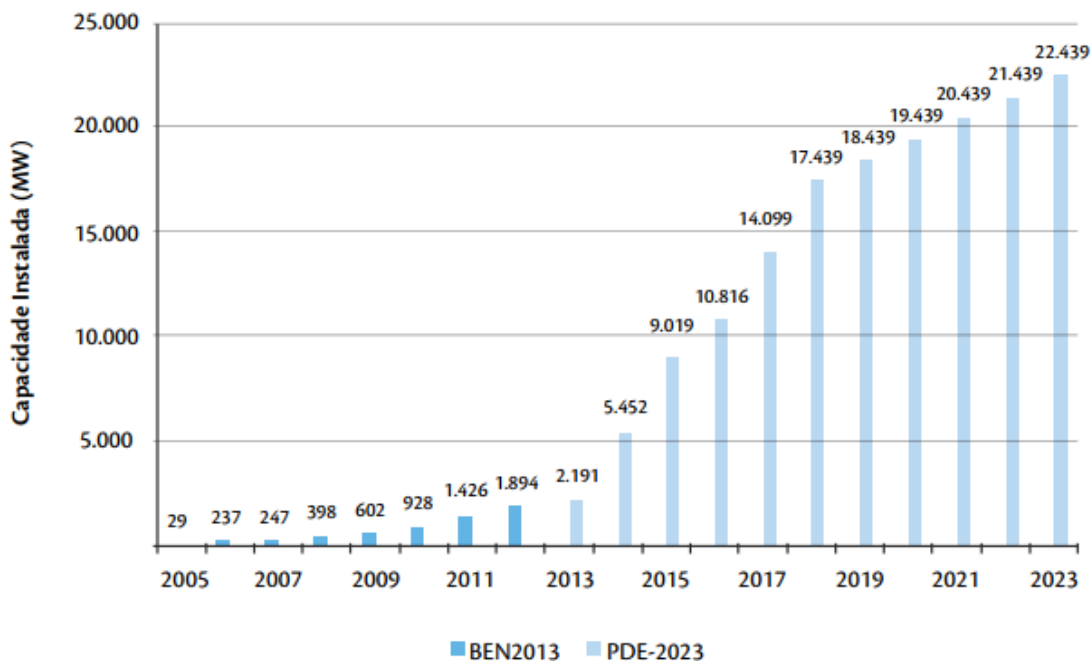


Gráfico 9 - Evolução da capacidade instalada de parques eólicos no Brasil - Fonte: CGEE, 2015

Levando em consideração o Plano Decenal de Expansão de Energia, a Abeeólica fez uma projeção de que entre os anos 2015-2020 o segmento de energia eólica irá criar o total de aproximadamente 170 mil postos de trabalho no Brasil, em atividades de desenvolvimento, construção, operação e manutenção dos parques eólicos. Essa projeção considera a criação média de 15 postos de trabalho para cada MW eólico contratado (CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA, 2015).

4.1 Incentivos a Geração Eólica no Brasil

Em decorrência da crise energética de 2001 houve um incentivo para a geração de energia eólica no país, por meio do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA). Posteriormente o Decreto nº 5.025, de 2004 instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), com o objetivo de promover uma maior diversificação da matriz energética brasileira por aumentar a participação de empreendimentos de fontes eólicas, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN).

Outro objetivo do programa foi de incentivar a valorização do potencial regional e local, como as regiões norte e nordeste. O Programa contempla a implantação de 144 usinas, com o total de 3.299,40 MW de capacidade instalada, sendo 1.191,24 MW provenientes de 63 PCH's, 1.422,92 MW de 54 usinas eólicas, e 685,24 MW de 27

usinas a base de biomassa. A energia tem garantia de contratação por 20 anos pela Eletrobrás (PROINFA, 2010).

O PROINFA foi um programa pioneiro, que estimulou as fontes renováveis no Brasil, em especial a energia eólica. De fato, após o programa, os cerca de 22 MW provenientes da fonte eólica no país aumentaram para 414 MW no período de apenas três anos. O programa também ajudou a fomentar a nacionalização dos empreendimentos eólicos, por definir o percentual de 60% de produtos nacionais que estimulou a construção da planta de vários fornecedores no território nacional. Entre os benefícios oriundos do PROINFA constavam (PROINFA, 2010):

- Geração de 150 mil postos de trabalho diretos e indiretos durante a construção e a operação;
- Investimentos de R\$ 4 bilhões na indústria nacional de equipamentos e materiais e investimento privado da ordem de R\$ 8,6 bilhões;
- Complementar a energia sazonal entre os sistemas hidrelétricos e eólicos na região do nordeste;
- Evitar a emissão de 2,5 milhões de toneladas de CO₂, em concordância com o Protocolo de Kyoto;

A figura 12 demonstra os empreendimentos do PROINFA, detalhando a região, fonte, operação comercial e total contratado.

REGIÃO	Fonte	Operação comercial		Concluídas aguardando regularização pelo Proinfa	Em construção	Não Iniciada construção			Sub judice/ em rescisão contratual	TOTAL contratado
						Com EPC	Sem EPC	Total		
 NORTE	PCH	3	50,0%		3					6
	BIOMASSA	46,80	45,8%		55,40					102,20
	EÓLICA									
	TOTAL	3	50,0%	0	3	0	0	0	0	6
 NORDESTE	PCH	3	100,0%							3
	BIOMASSA	41,80	100,0%							41,80
	EÓLICA	5	83,3%						1	6
	TOTAL	152,95	33,3%	12	12	4	1	5	30,00	119,20
 CENTRO-OESTE	PCH	2	33,3%							2
	BIOMASSA	54,52	42,3%							54,52
	EÓLICA									
	TOTAL	15	48,4%	2	10	0	0	0	4	31
 SUDESTE	PCH	8	53,3%							8
	BIOMASSA	161,00	56,5%							161,00
	EÓLICA	9	81,8%							9
	TOTAL	17	60,7%	4	4	1	1	2	10,00	28
 SUL	PCH	12	85,7%							12
	BIOMASSA	236,90	90,0%							236,90
	EÓLICA	3	75,0%							3
	TOTAL	19	55,9%	2	0	11	2	13	0	34

Figura 12 - Empreendimentos do PROINFA - Fonte: PROINFA, 2010 e MME, 2010

Em 2007, o Leilão de Fontes Alternativas buscou incentivar ainda mais a geração eólica que no ano de 2009 teve um Leilão de Energia de Reserva (LER/2009), sendo exclusivo para a fonte eólica. A partir dessa data, a geração eólica esteve presente em quinze leilões distintos, entre Energia de Reserva (LER), Leilão de Energia Nova (LEN) para três (LEN-A3) e cinco anos (LEN-A5) e Leilão de Fontes Alternativas (LFA), que acabaram por consolidar a fonte eólica na comercialização dos certames de energia (TOLMASQUIM, 2016).

Outra iniciativa do governo federal para incentivar o desenvolvimento eólico no país foi o Plano de Nacionalização Progressiva (PNP), que tinha como meta suportar os fabricantes que já tinham incentivos do PROINFA e possibilitar a oportunidade para empresas que não atuavam no Brasil aderissem ao programa no decorrer dos anos, elevando progressivamente os percentuais de atendimento dos requisitos de conteúdo local. Em decorrência disso, vários fabricantes de aerogeradores, torres, pás, fixadores, partes e peças usinadas incorporaram a cadeia produtiva da indústria eólica brasileira, na maior parte se instalando na região nordeste, o que por sua vez impulsionou a geração de empregos e aumento de renda nessa região do país (WWF-Brasil, 2015).

É importante mencionar que além das comercializações em Leilões de Energia que são chamados de Mercado Regulado pelo Governo, a energia oriunda de fontes eólicas também está presente no chamado Mercado Livre de Energia, que não é regulado pelo governo, onde as regras e critérios para a comercialização são negociados entre o fornecedor de energia e o comprador, mas que também contribuem para a geração de empregos.

4.2 Fornecedores de Energia Eólica no Brasil

A quantidade de fabricantes de aerogeradores presentes no Brasil não é grande e devido a uma série de fusões ocorridas nos últimos anos tornou o mercado consolidado. No ano de 2015, a GE absorveu a Alstom se tornando o maior fabricante do país com uma representação de 34,12% do mercado. No ano de 2016, a Siemens adquiriu a Gamesa e juntas passaram a ter uma fatia de 20,67% do mercado nacional (CENARIOS ENERGIA EÓLICA, 2016).

A Acciona foi adquirida pela Nordex e agora juntas possuem uma fatia de 7,02% do mercado. Os outros *players* atuantes nesse mercado e suas respectivas participações incluem a Wobben com 9,88%, Vestas com 7,83%, Impsa com 6,83%, WEG com 3,38% e outros fabricantes com 10,27% completam toda a produção nacional, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Fabricantes de eólica no Brasil

Fusão (Fabricantes)	Total negociado (MW)	% de mercado
GE + Alstom	6.296	34,12
Siemens + Gamesa	3.814	20,67
Wobben	1.823	9,88
Vestas	1.744	7,83
Acciona + Nordex	1.295	7,02
Impsa*	1.220	6,83
WEG	623	3,38
Outros <i>Players</i>	1.642	10,27
Total	18.457	100

Fonte: Cenários Energia Eólica, 2016

A figura 13 demonstra o mapa do Brasil com a localização de todos os fornecedores de aerogeradores, pás e torres que completam os componentes necessários para a montagem das máquinas. O mapa considera o cenário do final de 2014 e por

isso alguns fabricantes, conforme mencionado anteriormente passaram por processos de fusões.

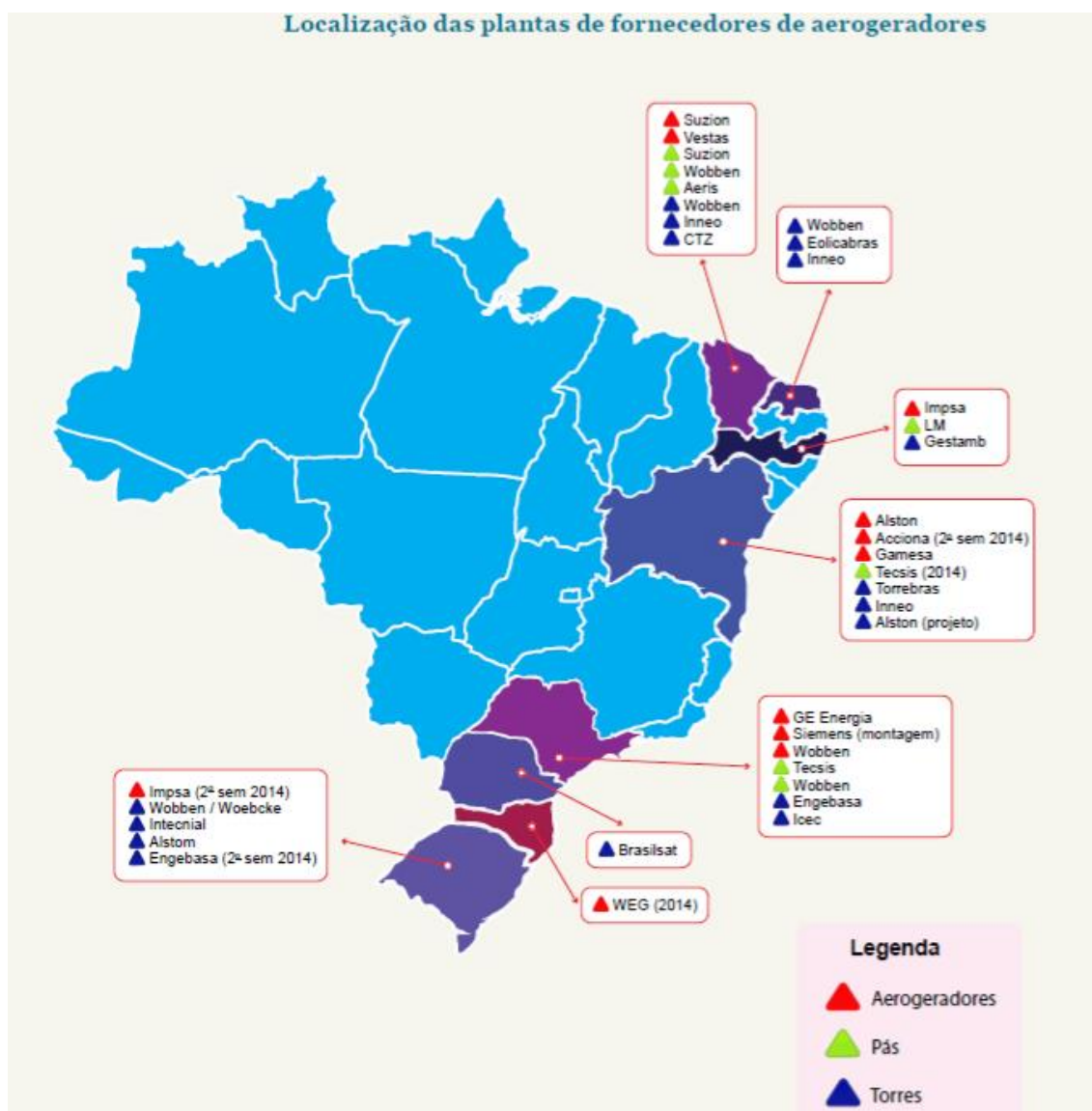


Figura 13 - Localização das plantas de fornecedores de aerogeradores no Brasil - Fonte: WWF-Brasil, 2015

Os fabricantes estão concentrados nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia na região nordeste. Nas regiões sul e sudeste estão concentrados em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A localização das empresas é determinada por questões logísticas, para que a montagem e entrega das máquinas ocorra próximo de onde estão os projetos.

A escolha de instalação das plantas de fabricantes eólicos é um fator essencial que promove a geração de empregos nos estados do nordeste e sul, deslocando do eixo Rio-São Paulo, onde por questões históricas se concentraram a maior parte das

empresas no país. Dessa forma, pode-se identificar mais um benefício do desenvolvimento eólico no país, por ajudar a desenvolver regiões menos favorecidas também na geração de emprego para fabricação dos componentes.

5 TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM ENERGIA EÓLICA

No contexto de negócios atual, a inovação se tornou um elemento fundamental pois dificilmente uma organização inserida nesse cenário competitivo consegue crescer por meio de redução de custos e otimização dos processos (VARANDAS JUNIOR *et al.*, 2014). De fato, a inovação pode ser conceituada como algo que agrega valor, seja pelo uso de novas tecnologias, melhoria dos processos ou novas práticas de mercado que tem como resultado a obtenção de algum tipo de ganho (TIDD; Bessant, 2015).

As empresas que conseguem alinhar todos os componentes necessários para o modelo de negócio em qual atuam e fazem com que esses trabalhem em conjunto pode obter sucesso em seu segmento por muitos anos (JOHNSTON; BATE, 2013). Esse alinhamento gera uma vantagem competitiva frente a seus concorrentes que pode ser um grande diferencial em um ambiente de mercado dinâmico e com ampla concorrência.

Conforme Tidd e Bessant (2015), a inovação pode ser classificada em quatro tipos distintos, que são:

- Inovação de produto - mudanças em produtos/serviços que uma empresa oferece.
- Inovação de processo - mudanças nas formas que os produtos/serviços são criados e posteriormente entregues.
- Inovação de posição - mudanças no contexto em que os produtos/serviços são introduzidos.
- Inovação de paradigma - mudanças nos modelos mentais que orientam o direcionamento da organização.

O segmento de energia eólica está em constante inovação, tanto de produto como de processos. O desenvolvimento de novas tecnologias possibilita que a indústria de eólica faça mudanças significativas que agregam valor ao negócio em um curto período de tempo. A figura 14, demonstra a evolução na tecnologia dos aerogeradores, que possuíam 17 metros com uma potência de 75 KW nos decênios entre 1980-

1990 e no ano 2010 já possuíam 100 metros de altura com potência de 3.000 KW (3 MW). Em meados de 2017 já existem aerogeradores em operação no mundo com 150 metros de altura e potência que varia entre 6 MW e 7.5 MW. Além disso, existem aerogeradores em testes de fabricantes com altura de 171 metros de altura e potência que chega a 10 MW. Conforme as projeções do IEA, estima-se que no futuro existam máquinas com 250 metros de altura e com potência de 20 MW.

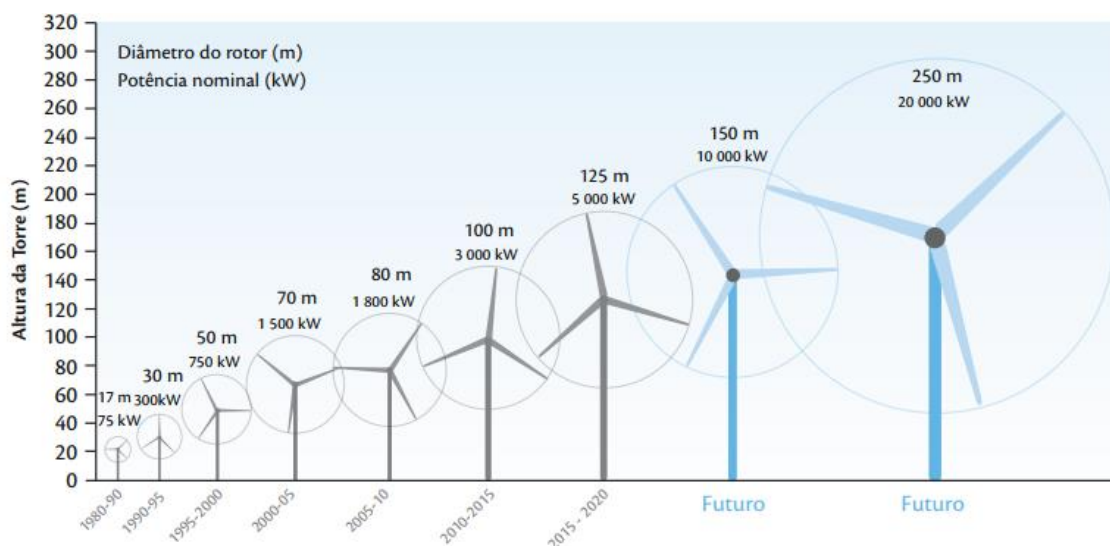


Figura 14 - Evolução dos aerogeradores – diâmetro do rotor, altura de torre e potência nominal - Fonte: CGEE, 2015 adaptado de IEA, 2013

Os fabricantes nacionais estão se adaptando as novas exigências de mercado e evoluindo os processos produtivos e em pesquisa e desenvolvimento. A empresa brasileira Tecsis instalou uma planta na cidade de Camaçari (Bahia) em meados de 2016 com investimentos de R\$ 200 milhões. A planta possui capacidade de fabricar pás de 70 metros, em contraste com as pás que eram fabricadas com 59 metros na antiga planta localizada em Sorocaba (SP), o que é mais um exemplo de investimento na região da Bahia.

Os aerogeradores produzidos no Brasil no ano de 2009 possuíam a potência máxima de 1.8 MW, mas foram evoluindo para 2.2 MW nos equipamentos fabricados no ano de 2014 e posteriormente para equipamentos com potência de 3.0 MW que foram produzidos no ano de 2016. Ainda no ano de 2017 a empresa Engie planeja ofertar um novo aerogerador com potência de 3.3 MW, o que atende à necessidade nacional e demonstra o crescimento da tecnologia local.

A GE/Alstom possui um núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento, que faz parte de uma estratégia chamada *Digital Wind Farm* para desenvolvimento de sensores interconectados que registram os dados da operação de cada aerogerador e fornece

informações importantes para aperfeiçoamento e otimização do desempenho das máquinas, como temperatura, desalinhamento e vibrações. Essas ações tornam-se necessárias para a operação do Brasil visto que o país possui um vento médio por segundo (vm/s) muito superior aos países europeus. Dessa forma, houve a necessidade de ajustar as máquinas para as necessidades locais por meio de pesquisas e estudos na região.

O Brasil também está se aperfeiçoando na área de medição e análise de dados de vento, o que faz com que se torne um exportador de conhecimento nesse assunto. Dada a capacidade de potencial eólico e extensão de território do país as empresas do segmento passaram a se aperfeiçoar em técnicas e melhores práticas para estudo de comportamento do vento.

A empresa nacional de engenharia e análise de dados eólicos Camargo & Schubert utiliza tecnologias de última geração para obter maior precisão e confiabilidade nas projeções a partir de medição a laser dos ventos. Por meio da utilização de ferramentas que fazem um tipo de tomografia do regime de ventos, com geometria de varredura programável, a empresa consegue obter ganhos de até 6% na geração das turbinas pelo aprimoramento das estimativas. Isso resulta em maior Fator de Capacidade (FC) dos aerogeradores, que no final é refletido em maior ganho financeiro. As medições de vento complexas na região da Bahia impulsionaram a empresa a desenvolver o novo mapa eólico do estado que foi patrocinado pelo governo baiano, o que demonstra o nível de especialização da empresa no setor.

A empresa de desenvolvimento de projetos eólicos Renova Energia desenvolveu uma metodologia para gerenciamento de projetos eólicos no Brasil baseado em sua expertise de ter desenvolvido mais de 2 GW em projetos eólicos no território nacional. A metodologia de gerenciamento de projetos de propriedade da empresa possibilitou a ter uma ferramenta sofisticada de gerenciamento de portfólio de projetos eólicos que fornece todas as informações dos projetos e possibilita fazer simulações avançadas para cenários de retorno financeiro.

5.1 Tríplice Hélice da Energia Eólica no Brasil

Atualmente a relação entre governo, universidade e indústria é muito mais ampla do que no passado, com uma troca de atividades entre esses atores onde se assumem tarefas que eram absorvidas por outros setores (BALDI; LOPES, 2017). Essa

relação é comumente chamada de Tríplice Hélice, termo esse que foi cunhado nos anos 90 e descreve um modelo espiral de inovação em que ocorrem múltiplas relações de disseminação do conhecimento (GOMES; COELHO; GONÇALO, 2016).

No conceito da Tríplice Hélice, cada uma das hélices representa um setor institucional independente, mas que estabelece um intercâmbio com os demais setores por meio da troca de conhecimentos (GOMES; COELHO; GONÇALO, 2016). Essa relação de troca de conhecimento, têm se tornado fundamental para o desenvolvimento de inovações tecnológicas e defendida por muitos acadêmicos (NOVELI; SEGATTO, 2012). Nesse modelo, a Universidade assume um papel importante na disseminação do conhecimento e na estrutura da inovação de uma sociedade. Dessa forma as universidades assumem um importante papel de contribuição do desenvolvimento econômico, o que está alinhado com a ideia de economia baseada no conhecimento. (BALDI; LOPES, 2017). No ano de 2012 foi feito um mapeamento sobre as áreas de pesquisas e Instituições por região do Brasil e demonstrou que a região nordeste já possuía uma grande representatividade em pesquisas eólicas no país, conforme pode-se constatar na figura 15.

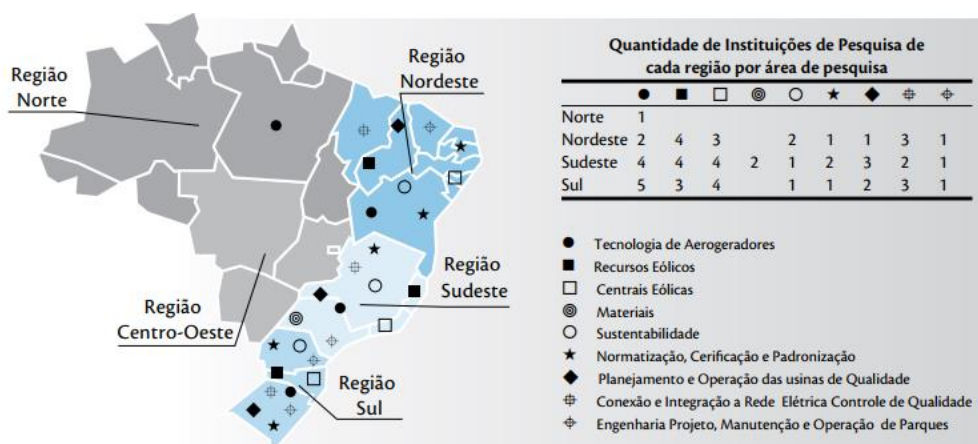


Figura 15 - Mapeamento das áreas de pesquisa em eólica no Brasil - Fonte: CGEE, 2012

Passados cinco anos desse mapeamento, em meados de 2017 outras Instituições já devem estar engajadas em pesquisas no segmento eólico, em decorrência da demanda por energia eólica. Nesse contexto, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) possui o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica que tem o objetivo de alocar recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia. Esse pro-

grama busca promover a cultura da inovação, estimulando a pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro, criando novos equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país (ANEEL, 2013).

No ano de 2013 foi promovido o P&D Estratégico (número 17/2013) voltado para a geração eólica no país, dos quais vários projetos estão em desenvolvimento e com resultados expressivos. Dentre esses, destaca-se um projeto que consiste no desenvolvimento de metodologias de medição e simulação de vento para otimização operacional e financeira de parques eólicos. O projeto é desenvolvido pela empresa Queiroz Galvão Energética em parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). O estudo mensura as variações relevantes nas condições do vento durante os dias com relação as noites e busca prever o comportamento do vento nos meses futuros, ao invés de horas antes como os modelos adotados atualmente. É um trabalho inovador e pioneiro, pois não existem modelos de previsão de vento para meses futuros no mundo inteiro e nasceu de uma defesa de doutorado com inclusão de variáveis climáticas importantes como efeitos do *El Niño* e *La Niña* na previsão de médio prazo e efeito do Polo do Atlântico que afeta a chuva na região estudada.

Outras empresas também participam do projeto e fornecem infraestrutura e *softwares* adequados para as simulações e análises. O projeto foi aprovado com orçamento de R\$ 2.4 milhões e prazo de 48 meses, que deverá ser concluído em março de 2018. A PUC-Rio está consolidando os dados estudados e irá disponibilizar em um sistema que possibilite o compartilhamento e aplicabilidade do conhecimento. Além disso o P&D Estratégico possui outros projetos relevantes como um projeto das empresas Engie/WEG para o desenvolvimento e certificação de um aerogerador 100% nacional com uma potência de 3.3 MW que tem previsão para conclusão ainda no ano de 2017. A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) que é uma subsidiária da Eletrobrás possui dois projetos em desenvolvimento com investimento de R\$ 70 milhões para desenvolver Torres de Medições Anemométricas (TMAs) com alturas maiores de 120 metros e outro focado na previsão eólica em diferentes escalas temporais, ambos os projetos estão sendo desenvolvido em parceria com o Centro de Energias Renováveis (CER) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a Im-

psa, CTGás-ER e a Universidade Politécnica de Madrid da Espanha. Esses são exemplos típicos de projetos da chamada Tríplice Hélice, por envolver o governo, empresas e universidades.

A empresa Celesc Distribuição S/A possui outro projeto para o Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica para Geração Distribuída, algo que não é praticado no Brasil e que irá fomentar ainda mais a utilização de eólica.

Empresa	Cód. Aneel	Projeto	Duração (meses)	Invest. do Projeto
Tractebel Energia S/A	PD-0403-0041/2013	Desenvolvimento e certificação de aerogerador nacional de 3,3 MW de acoplamento direto, com gerador síncrono de ímãs permanentes e conversor de potência	48	160.082.504
Queiroz Galvão Energética S/A	PD-0622-0213/2013	Desenvolvimento de Metodologias de Medição e Simulação de Vento Integradas à Otimização Operacional e Financeira de um Parque Eólico em Operação no Brasil	48	2.402.248
Celesc Distribuição S/A	PD-5697-1750/2013	Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica para Geração Distribuída	36	20.913.049
CHESF	PD-0048-1317/2013	Análise e desenvolvimento de torre eólica com altura maior ou igual a 120 metros	48	35.730.291
CHESF	PD-0048-1417/2013	Desenvolvimento de uma pá otimizada para rotores eólicos de diâmetro superior a 100 metros, utilizando materiais de alto desempenho	48	34.098.678
Total				253.226.770

Quadro 2 - Projetos do P&D Estratégico de eólica - Fonte: Adaptado de Aneel, 2013

Ao todo o programa possui cinco propostas com investimento total de R\$ 253 milhões, conforme demonstrado no quadro 2. O programa possui uma comissão técnica formada pela Aneel, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Outro projeto que envolve o Centro de Energias Renováveis (CER) da UFPE é para a construção de um protótipo de aerogerador de 2 MW, em parceria com a Petrobrás, Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGás-ER), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Impsa. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT/SP) que é da Universidade de São Paulo (USP) está desenvolvendo um projeto para a fabricação de neodímio metálico, que é o principal elemento químico utilizado nos aerogeradores em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) com investimento da Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM) no valor de R\$ 8 milhões (CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA, 2015).

O Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGás-ER) com sede em Natal no Rio Grande do Norte, possui um portfólio com oito projetos de pesquisa direcionados para a energia eólica com o objetivo de adequar os aerogeradores eólicos as condições dos ventos da região nordeste do Brasil. Todos esses projetos somam investimentos de R\$ 18 milhões, que são feitos em parcerias com a Petrobrás e com Instituições de Ensino como a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA, 2015).

No ano de 2013 o governo federal criou o programa Inova Energia, que foi um consórcio criado pelo BNDES, Finep e Aneel e contempla a eólica em uma das linhas de financiamento para pesquisa energética. O programa iniciou com recursos de R\$ 3.2 bilhões e posteriormente aumentou para R\$ 7 bilhões, onde foram aprovados 59 projetos para todas as linhas (FINEP, 2013).

Outras Instituições como a Universidade Federal Fluminense que possui o Laboratório de Energia dos Ventos (LEV), em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel)/Eletrobrás e governo, possuem outros projetos de pesquisa em desenvolvimento. Dentre os quais pode-se mencionar o Estudos para implantação de um aerogerador para suprimento de energia ao Forte de São Mateus (Prefeitura Municipal de Cabo Frio - RJ), Pesquisa para a utilização de energia alternativa para suprimento de energia elétrica a faróis e radiofaróis (Ministério da Marinha - Centro de Sinalização Náutica e Reparos Almirante Moraes Rego), Pesquisa para implantação de uma turbina eólica de médio porte (200 à 300 kW) e de três turbinas eólicas de pequeno porte (10 kW) (Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro - CERJ) e Desenvolvimento de Estudos de Ventos para verificação da viabilidade da implantação de 2 parques eólicos com 175 MW na região dos Lagos, em parceria com a SIIF Énergie do Brasil (CRESESB, 2013).

A importância do segmento eólico para o país levou o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) a solicitar à Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) um levantamento da cadeia produtiva que foi concluído no ano de 2014. Com base nisso foi solicitado um estudo ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) sobre como fomentar o desenvolvimento tecnológico da geração de energia eólica no Brasil. Dessa forma, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), desenvolveu um estudo intitulado "Programa demonstrativo para inovação em cadeia produtiva

selecionada - Energia Eólica", o projeto possui um custo estimado de R\$ 405 milhões para a construção de um centro de pesquisas chamado Instituto Tecnológico de Energia Renovável (Inter) e desenvolvimento de um aerogerador nacional e seus componentes com potência de 4 a 5 MW (CGEE, 2015). A figura 16 demonstra o fluxo proposto para o desenvolvimento do aerogerador nacional do Inter e seus componentes.



Figura 16 - Proposta para desenvolvimento de aerogerador nacional e seus componentes - Fonte: CGEE, 2015

A proposta do CGEE é ousada e inclui disponibilizar uma infraestrutura necessária para que as empresas em parceria com Instituições de Ensino possam testar suas tecnologias, componentes e materiais para o desenvolvimento da energia eólica no país. Possui a meta de aproximar as indústrias e centros de pesquisas das Universidades para que o Centro de Estudos consiga se manter com a demanda gerada pelo mercado. O núcleo de laboratórios de testes realizará serviços de testes de componentes e materiais para dar suporte a indústria eólica na comprovação do desempenho e na certificação de protótipos. Os testes podem também ser utilizados para impulsionar novos produtos na adaptação de novos dispositivos e na validação de cálculos e modelos matemáticos (CGEE, 2015).

Além do Núcleo de Laboratório de Testes, o projeto envolve o Núcleo de Pesquisa Aplicada, Núcleo de Estratégias e Economia e Núcleo de Testes de Campo. Todos os núcleos direcionados a fomentação e desenvolvimento da indústria eólica no país, conforme a figura 17.

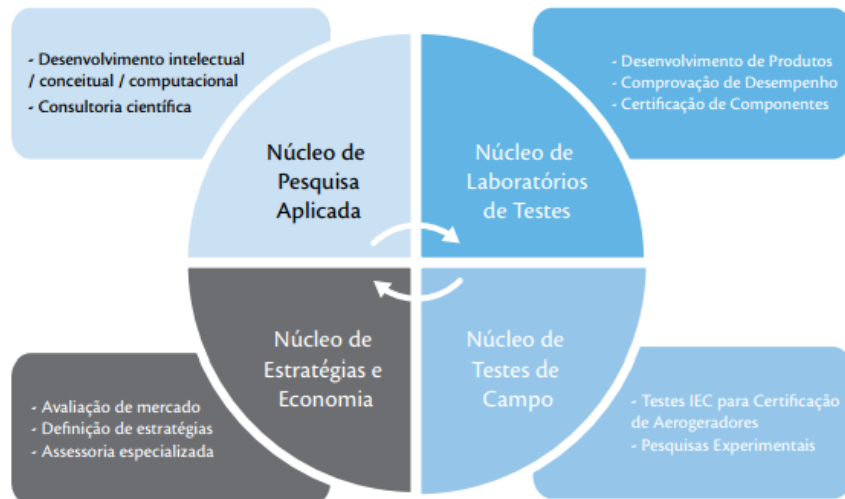


Figura 17 - Áreas de atuação dos núcleos do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Fonte: CGEE, 2015

O projeto do CGEE é de longo prazo e contempla as seguintes etapas (CGEE, 2015):

1ª etapa: foco na indústria eólica nacional;

2ª etapa: inclusão da indústria eólica sul-americana e solar nacional;

3ª etapa: inclusão diversificada da indústria de energia renovável sul-americana.

Em etapas futuras o projeto pretende incluir a fonte de energia solar e envolver países da América do Sul para o desenvolvimento em conjunto de tecnologias e componentes para energias renováveis. O gráfico 10 demonstra a distribuição das atividades técnicas e áreas de atuação do Inter que contempla 60% do total das atividades relacionadas com o desenvolvimento tecnológico e a realização de testes experimentais. A capacitação e o treinamento corresponderão a 15% das atividades, a execução de pesquisas básicas também ocupará 15%, enquanto 10% ficará com as atividades de disseminação de conhecimentos e assessoria técnica, o que evidencia o foco em desenvolvimento tecnológico (CGEE, 2015).

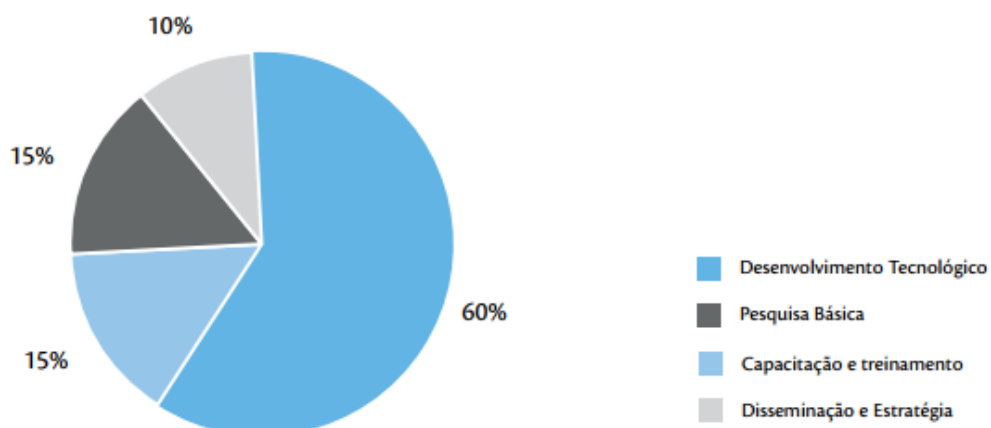


Gráfico 10 - Distribuição de atividades técnicas do Inter - Fonte: CGEE, 2012

Além do MCTI, outros órgãos como Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC), BNDES e Finep possuem interesse e participação no projeto do Inter que pode tornar o Brasil como referência em desenvolvimento e inovação tecnológica em energia eólica.

Todos os projetos e iniciativas mencionadas ocorreram a partir do ano de 2012 e evidência o empenho em conjunto que o governo, empresas e Instituições de Ensino estão fazendo para o desenvolvimento de pesquisas e inovação tecnologia em energia eólica no país. De fato, espera-se que o Brasil além de possuir um grande potencial para geração de energia eólica, se torne também uma referência em pesquisa e inovação.

6 DESENVOLVIMENTO REGIONAL NA BAHIA EM DECORRÊNCIA DE EÓLICA

Devido ao alto potencial eólico do estado da Bahia, muitos municípios possuem projetos eólicos em desenvolvimento e outros já em fase de operação. Referente aos municípios em que os projetos eólicos estão presentes pode-se mencionar Caetité, Guanambi, Igaporã, Pindaí, Licínio de Almeida, Morro do Chapéu, Umburanas, Sento Sé, Jacobina, Ourolândia, Sobradinho, Gentio do Ouro, Itaguaçu da Bahia, Xique-Xique, Riacho de Santana, Campo Formoso, Brotas de Macaúbas, Maracás, Barra, Buritirama, Oliveira dos Brejinhos, entre outros.

A região que compreende os municípios de Guanambi, Caetité e Igaporã foi uma das pioneiras em eólica no estado da Bahia e possui o complexo eólico Alto Sertão, que é um dos maiores complexos eólicos em operação da América Latina com mais de 600 MW (fases I e II). Em decorrência do impacto e desenvolvimento que o complexo eólico Alto Sertão trouxe para a região, será feita uma análise do município de Guanambi com base em informações disponíveis pelos órgãos públicos, informações obtidas com moradores da região e experiência de atuação profissional do autor. A figura 18 demonstra a localização do município de Guanambi no estado.



Figura 18 - Localização do município de Guanambi - fonte: Google Maps, 2017

O município de Guanambi na Bahia possuía 78.833 habitantes no último Censo de 2010, com uma densidade demográfica de 60,80 habitantes por quilometro quadrado. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município era de 0,673 e ocupava a 27º posição no estado da Bahia, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010).

No ano de 2014, o salário médio mensal no município era de 1,9 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 17%, com o total de 14.459 pessoas e 11.182 pessoas assalariadas. No mesmo ano o município possuía um PIB *per capita* de R\$ 12.236,75 e 2.683 empresas instaladas. Em 2015, tinha 81,4% do seu orçamento proveniente de fontes externas (IBGE, 2017).

Na área da saúde, possui uma taxa de mortalidade infantil média no município de 9,55 para 1.000 nascidos vivos. Com relação ao saneamento básico, apresenta 52,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 84,4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 2,7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

A educação no município obteve uma grande evolução do número de matrículas no ensino superior em decorrência de uma Instituição de Ensino Superior que se instalou no município em meados de 2011, o que resultou em alunos matriculados nessa modalidade no ano de 2012, se comparado ao ano de 2009 que não existiam matrículas na modalidade de ensino superior, conforme o gráfico 11.

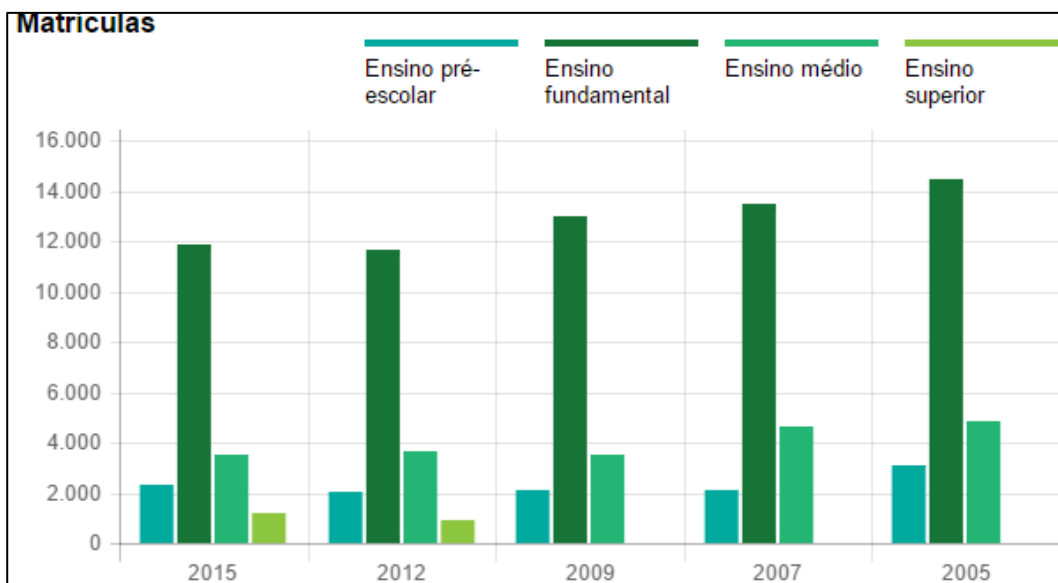


Gráfico 11 - Educação e matrículas em Guanambi - fonte: IBGE, 2017

A energia eólica gerou uma profunda mudança na região que compreende o município de Guanambi, de forma que até o logotipo da prefeitura municipal possui um aerogerador, o que demonstra a relevância do segmento de eólica e pode ser observado na figura 19.



Figura 19 - Logotipo da cidade de Guanambi - Fonte: Prefeitura de Guanambi, 2017

Para uma análise da evolução econômica e social da região, serão avaliadas as informações do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que é um estudo desenvolvido pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico de todos os mais de cinco mil municípios brasileiros em três áreas de atuação: emprego e renda, educação e Saúde. O índice é feito exclusivamente com base em estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde, conforme a figura 20.

IFDM		
Emprego&Renda	Educação	Saúde
Geração de emprego formal	Matrículas na educação infantil	Número de consultas pré-natal
Absorção da mão de obra local	Abandono no ensino fundamental	Óbitos por causas mal-definidas
Geração de Renda formal	Distorção idade-série no ensino fundamental	Óbitos infantis por causas evitáveis
Salários médios do emprego formal	Docentes com ensino superior no ensino fundamental	Internação sensível à atenção básica
Desigualdade	Média de horas aula diárias no ensino fundamental	
	Resultado do IDEB no ensino fundamental	
Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego	Fonte: Ministério da Educação	Fonte: Ministério da Saúde

Figura 20 - Composição do Índice IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017

A metodologia utilizada para o Índice IFDM varia de 0 (mínimo) a 1 ponto (máximo) para classificar o nível de cada localidade em quatro categorias: baixo (de 0 a 0,4), regular (0,4 a 0,6), moderado (de 0,6 a 0,8) e alto (0,8 a 1) desenvolvimento. Dessa forma, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento do município. A figura 21, demonstra os principais critérios e características utilizados para mensurar os índices de emprego e renda do IFDM.

IFDM - Emprego&Renda						
Emprego (50%)						
Variáveis	Crescimento Real no Ano	Ordenação Crescimento Negativo Ano	Crescimento Real no Triênio	Ordenação Crescimento Negativo Triênio	Formalização do mercado de trabalho local	
PESOS	10%		10%		30%	
Renda (50%)						
Variáveis	Crescimento Real no Ano	Ordenação Crescimento Negativo Ano	Crescimento Real no Triênio	Ordenação Crescimento Negativo Triênio	Massa Salarial	Gini da Renda
PESOS	10%		10%		15%	15%

Figura 21 - Critérios de Emprego e Renda IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017

A figura 22, demonstra os principais critérios e características utilizados para mensurar os índices de educação.

IFDM - Educação						
Ensino Infantil			Ensino Fundamental			
Variáveis	Atendimento Educação Infantil	Distorção Idade Série (1- tx)	% Docentes com Curso Superior	Média de Horas- Aula Diárias	Taxa de Abandono (1- tx)	Média IDEB
PESOS	20%	10%	15%	15%	15%	25%

Figura 22 - Critérios de Educação IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017

A figura 23, demonstra os principais critérios e características utilizados para mensurar os índices de saúde, conforme a metodologia IFDM.

IFDM - Saúde				
Atenção Básica				
Variáveis	Mínimo de 7 consultas pré-natal por nascido vivo (%)	Taxa de óbito de menores de 5 anos por causas evitáveis	Óbito de causas mal definidas	Internações Evitáveis por Atenção Básica
PESOS	25%	25%	25%	25%

Figura 23 - Critérios de Saúde IFDM - Fonte: FIRJAN, 2017

Com base nos critérios demonstrados pela metodologia do IFDM, são feitas as análises de todos os municípios do país, sendo que a figura 24 demonstra o estudo do ano de 2015, em que foram utilizados os dados disponíveis até o ano de 2013 para todos os municípios do estado da Bahia. Conforme esse estudo, o município de Guanambi está posicionado no primeiro lugar do estado, com um índice IFDM geral de 0,7435 e na 1194ª posição entre todos os municípios do país.



Sistema
FIRJAN



IFDM Geral

INFORMA. FORMA. TRANSFORMA.



IFDM
ÍNDICE FIRJAN DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL

Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal		BA		IFDM	Emprego & Renda	Educação	Saúde
Ano Base 2013		IFDM BRASIL		0,7441	0,7023	0,7615	0,7684
Ranking IFDM Geral		Mediana dos Municípios		0,5031	0,3955	0,6008	0,5352
Nacional	Estadual	Máximo dos Municípios		0,7435	0,7663	0,7885	0,8832
		Mínimo dos Municípios		0,3628	0,1371	0,3862	0,2070
		UF	Município	IFDM	Emprego & Renda	Educação	Saúde
1194º	1º	BA	Guanambi	0,7435	0,6308	0,7163	0,8832
1206º	2º	BA	Lauro de Freitas	0,7430	0,7516	0,6803	0,7971
1223º	3º	BA	Mata de São João	0,7418	0,6981	0,7824	0,7451
1294º	4º	BA	Santo Antônio de Jesus	0,7380	0,7002	0,7189	0,7948
1389º	5º	BA	Luís Eduardo Magalhães	0,7328	0,7663	0,6996	0,7326
1462º	6º	BA	Brumado	0,7289	0,7364	0,7349	0,7155
1665º	7º	BA	Camaçari	0,7179	0,7577	0,6229	0,7732
1704º	8º	BA	Salvador	0,7160	0,7228	0,6438	0,7814
2033º	9º	BA	Porto Seguro	0,6985	0,7001	0,6077	0,7876
2196º	10º	BA	Simões Filho	0,6905	0,7489	0,6052	0,7174

Figura 24 - Estudo IFDM do ano de 2015 no estado da Bahia - Fonte: FIRJAN, 2017

Esse resultado do ano 2013 demonstra o impacto que os projetos eólicos tiveram para o município, uma vez que a primeira etapa do projeto Alto Sertão foi entregue no ano de 2012, e a segunda etapa no ano de 2014. A figura 25, demonstra a evolução por área do estudo (emprego e renda, educação e saúde) entre os anos 2012 e 2013. É importante mencionar que o estudo do ano de 2012 utilizou como referência os dados de 2011 e posteriormente o estudo do ano de 2013, utilizou como referência os dados de 2012, em que o município saiu da 6ª posição do estado para a 1ª posição.

Ranking BA		Municípios	IFDM		Var. (%)	Emprego & Renda		Educação		Saúde	
2012	2013		2012	2013		2012	2013	2012	2013	2012	2013
6º	1º	Guanambi	0,7046	0,7435	5,5%	0,5943	0,6308	0,6889	0,7163	0,8306	0,8832
2º	2º	Lauro de Freitas	0,7320	0,7430	1,5%	0,7756	0,7516	0,6240	0,6803	0,7963	0,7971
10º	3º	Mata de São João	0,6891	0,7418	7,6%	0,7112	0,6981	0,6905	0,7824	0,6657	0,7451
3º	4º	Santo Antônio de Jesus	0,7257	0,7380	1,7%	0,7298	0,7002	0,6781	0,7189	0,7692	0,7948
1º	5º	Luís Eduardo Magalhães	0,7384	0,7328	-0,8%	0,8104	0,7663	0,6731	0,6996	0,7317	0,7326
28º	6º	Brumado	0,6350	0,7289	14,8%	0,6330	0,7364	0,6385	0,7349	0,6336	0,7155
4º	7º	Camaçari	0,7128	0,7179	0,7%	0,7664	0,7577	0,5994	0,6229	0,7727	0,7732
5º	8º	Salvador	0,7054	0,7160	1,5%	0,7254	0,7228	0,6031	0,6438	0,7878	0,7814
8º	9º	Porto Seguro	0,6953	0,6985	0,5%	0,7195	0,7001	0,5857	0,6077	0,7808	0,7876
9º	10º	Simões Filho	0,6905	0,6905	0,0%	0,7847	0,7489	0,5621	0,6052	0,7248	0,7174

Figura 25 - Evolução por área IFDM, anos 2012-2013 - Fonte: FIRJAN, 2017

A tabela 8 demonstra a variação do Índice IFDM para o município de Guanambi entre os anos de 2005 e 2013. Nessa tabela evidencia o crescimento significativo da ordem de 16,19% no ano de 2012, que coincide com a data em que o maior empreendimento eólico da América Latina entrou em operação, sendo que grande parte está alocado no município de Guanambi e que atualmente representa um polo comercial da região.

Tabela 8 - Variação do Índice IFDM em Guanambi (2005-2013)

Ano	Índice IFDM	% aumento
2005	0,4542	-
2006	0,4883	7,51%
2007	0,5249	7,50%
2008	0,5577	6,25%
2009	0,5911	5,99%
2010	0,5946	0,59%
2011	0,6064	1,98%
2012	0,7046	16,19%
2013	0,7435	5,52%

Fonte: FIRJAN, 2017

O aumento do índice IFDM demonstra a evolução sócio econômica da região, em decorrência da implantação do projeto de eólica do Alto Sertão (fases I e II), que demandou investimento de R\$ 2.6 bilhões e geração de aproximadamente 3.900 empregos diretos e indiretos (dos quais 70% é composto por mão de obra da região), conforme dados extraídos do Relatório de Sustentabilidade da empresa Renova Energia S/A (2012-2015).

O crescimento de renda, educação, emprego e saúde também é refletido na arrecadação de impostos e tributos pelo governo em todas as suas esferas (federal, estadual e municipal). Esse aspecto pode ser elucidado pela análise de receita de impostos da prefeitura do município de Guanambi no período entre 2012-2015, conforme a tabela 9.

Tabela 9 - Receitas de Impostos e Taxas de Guanambi (2012-2015)

Conta	2012	Var % (2012 - 2013)	2013	Var % (2013 - 2014)	2014	Var % (2014 - 2015)	2015
Impostos	13.993.904	0,23%	14.026.488	13,77%	15.957.280	7,31%	17.123.385
Taxas	613.889	52,68%	937.296	17,15%	1.098.034	-10,30%	984.947
Total	14.607.792	2,44%	14.963.784	13,98%	17.055.314	6,17%	18.108.332

Fonte: Adaptado de Prefeitura do Município de Guanambi, 2017

Pode-se analisar o aumento percentual da arrecadação de impostos no período que compreende 2013-2014, que novamente coincide com a entrada em operação do complexo Eólico Alto Sertão no ano de 2012. A variação no período teve um aumento de 13,98% e ainda no período posterior refletiu no aumento de 6,17% para os cofres públicos municipais.

O modelo de negócio adotado pelas empresas de energia eólica atuantes na região envolve o arrendamento de terras no período de desenvolvimento dos projetos eólicos mediante um pagamento anual e uma taxa extra, caso na propriedade arrendada seja instalada um aerogerador para a produção de energia. O proprietário da terra recebe aproximadamente R\$ 8.500,00 por ano (correção anual pelo índice IPCA) para cada aerogerador instalado na sua propriedade por um período de 25 anos.

Algumas empresas possuem um modelo de negócio diferente para a fase de operação do projeto, em que pagam de 1% a 1,5% do valor da receita de geração de energia do aerogerador por ano, ao invés de pagar uma anuidade. Nesse modelo, o proprietário da terra torna-se um parceiro de negócio do empreendimento eólico.

A região possui vários projetos eólicos na fase de desenvolvimento (estudos) e outros na fase de operação. Ao todo, os três municípios possuem aproximadamente 2.000 propriedades arrendadas para o desenvolvimento dos eólicos, mais de 400 aerogeradores estão instalados na região, o que gerou uma nova fonte de renda para muitas pessoas que antes eram dependentes apenas da agricultura ou de programas do governo como Bolsa Família.

A aplicação de recursos na economia fez com que a região crescesse muito em pouco tempo, e atualmente pode-se notar o desenvolvimento do comércio com lojas, restaurantes, Hotéis, supermercados, farmácias, padarias e todo tipo de prestação de serviços, criando um cenário bem diferente de poucos anos atrás.

De fato, a operação dos projetos eólicos traz consigo o aumento de toda a atividade econômica da região, onde o comércio e serviços agregados são beneficiados devido a geração de emprego e aumento de renda.

6.1 Projetos sociais desenvolvidos pelas empresas eólicas na região da Bahia

A maior parte dos parques eólicos em desenvolvimento e em operação na região da Bahia estão situados em regiões carentes ou até mesmo abaixo da linha da pobreza como os municípios de Sento Sé e Umburanas. Nesse contexto, as empresas desenvolvedoras de projetos eólicos, além de todos os benefícios que proporcionam ao meio ambiente e desenvolvimento regional, por meio da geração de empregos e melhora da qualidade de vida da população, também colaboram com os programas sociais.

O governo federal por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Social, criou o BNDES Finem, que é uma linha de Investimentos Sociais de Empresas (ISE) destinado a financiamento para projetos e programas sociais a serem realizados por empresas, associações e fundações de todos os portes. O BNDES Finem patrocina projetos de investimentos e programas sociais, que contribuam para o desenvolvimento e o fortalecimento de políticas públicas para a comunidade local, e envolve ações que tenham como público-alvo populações expostas a algum tipo de risco social. Dessa forma, o programa busca promover a inclusão social da comunidade localizada no entorno do projeto econômico apoiado pelo BNDES (BNDES, 2017).

O aporte concedido pelo banco é vinculado ao financiamento total obtido para a construção dos parques eólicos, com o percentual de 1% do total financiado e corrigido com a taxa de juros de longo prazo (TJLP). Dessa forma, para cada R\$ 100 milhões financiados para o projeto eólico, estarão disponíveis R\$ 1 milhão para investimento em projetos sociais visando a comunidade local.

Nesse contexto, em decorrência do Projeto Alto Sertão (I e II) nos municípios de Caetité, Guanambi e Igaporã, foi criado o programa Catavento pela empresa Renova Energia S/A, que inclui uma série de projetos e iniciativas nas áreas socioeconômicas, de meio ambiente, cultural e patrimônio e desenvolvimento organizacional (capacitação profissional), voltada para 31 comunidades das cidades envolvidas. A figura 26 demonstra a amplitude do programa.



Figura 26 - Programa Catavento de Desenvolvimento Social - Fonte: Programa Catavento, 2015

No biênio 2012-2013 foram investidos R\$ 9.4 milhões e posteriormente no biênio 2014-2015, outro aporte de R\$ 9.4 milhões para a continuidade dos projetos. Dessa forma, o total de R\$ 18.8 milhões foram investidos na comunidade local por meio de várias iniciativas distintas (RENOVA ENERGIA, 2011-2015).

A primeira iniciativa foi a limpeza e ampliação das três principais barragens dos municípios de Guanambi e Caetité para armazenamento de água, que beneficiou aproximadamente 300 famílias. Posteriormente um projeto de educação e conscientização ambiental foi executado para evitar desperdícios e uso inadequado de água para as famílias beneficiadas.

A capacitação profissional foi outra iniciativa que beneficiou a região, por meio de assessoria e investimento a associações locais de pequenas produtoras de biscoitos, sequilhos e bolos de mandioca que possibilitaram a aprimorar os processos de fabricação com novos equipamentos e aperfeiçoar as técnicas de gestão dos negócios. Por meio disso, a associação que é formada por mulheres da região fechou um contrato de R\$ 40 mil, que contemplava o fornecimento de 400 Kg de biscoitos para as merendas escolares das escolas municipais da região. Outros grupos familiares que fabricavam doces de frutas em compotas tiveram o mesmo apoio e suporte.

Os produtores rurais foram beneficiados por meio de assistência técnica e consultoria com orientação para produção de hortaliças e frutas, visando técnicas para promover a agricultura orgânica. Foram desenvolvidos treinamentos também para pedreiros, corte e costura, apicultura, informática, e a construção de um laboratório fitoterápico para a comunidade local

Com relação ao aspecto cultural, foi feita a reforma do conservatório musical do município de Caetité que pertence a ONG Anísio Teixeira, junto com a contratação

de professores e compra de instrumentos musicais. O investimento possibilitou a promoção do Festival de Artes Cênicas da Casa Anísio Teixeira (Festcasa), oficinas de música e teatro. Além disso, foi construído um Museu de Arqueologia denominado de Museu Alto Sertão com o material coletado em escavações feitas na região para a construção dos parques eólicos, onde foram identificados 176 sítios arqueológicos e mais de 30 mil peças coletadas.

Como cumprimento de uma medida compensatória prevista no Licenciamento Ambiental foi feita uma parceria com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) que promoveu treinamentos e orientação sobre cuidados preventivos para doenças que são comuns na região como leishmaniose e doença de Chagas. Esses treinamentos e orientações atingiram aproximadamente três mil pessoas na região.

A empresa Iberdrola também desenvolveu três parques eólicos no município de Caetitê e com os recursos disponibilizados pelo BNDES para os projetos sociais investiu R\$ 650 mil em um projeto chamado Água para a Vida e Sanear, que foi desenvolvido em parceria com o Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS) para a construção de 130 cisternas que beneficiaram famílias que vivem em zonas rurais, de modo que os moradores aproveitem os poucos meses de chuva na região para armazenar a água, junto com um treinamento de 16 horas para a manutenção do sistema. O projeto também contemplou a entrega de 15 instalações sanitárias para uso da comunidade carente.

Todos os projetos sociais promovidos pelas empresas eólicas mediante os recursos concedidos pelo governo por meio do BNDES são muito importantes para o desenvolvimento social e econômico da comunidade local e também ajudam a melhorar o relacionamento dos moradores com as empresas desenvolvedoras de projetos eólicos que deverão atuar na região ao menos por 30 anos, que é o período do desenvolvimento do projeto e do contrato de operação dos parques eólicos com o governo. É digno de nota mencionar que o modelo de negócio adotado pelas empresas do segmento de energia eólica de arrendarem as terras dos proprietários ao invés de comprá-las é um facilitador para desenvolver um bom relacionamento com a comunidade, promover os projetos sociais e colaborar com o desenvolvimento regional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A degradação do meio ambiente e a necessidade crescente de energia elétrica para manter o estilo de vida e o crescimento econômico têm provocado debates sobre geração de energia por meio de fontes renováveis e a compreensão da urgência em encontrar alternativas para gerar energia com o menor impacto ambiental.

A energia eólica pode ser melhor explorada e ter uma maior participação na matriz energética do país, principalmente em estados da região nordeste - como a Bahia (que possui um grande potencial eólico). Trata-se de fonte de energia limpa, baixo impacto ambiental e custo competitivo.

Para incentivar a geração de energia eólica no Brasil, muito ainda deve ser feito: cabe ao governo possibilitar às empresas do segmento previsibilidade e regularidade nas contratações de energia em leilões, atualização de atlas eólicos regionais, flexibilização de regras de financiamento, aperfeiçoamento do sistema de transmissão de energia nacional e criar condições para que o país se consolide como exportador de tecnologia e serviços eólicos por meio de planejamento e investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento em eólica.

De acordo com a literatura especializada e os indicadores utilizados nesta pesquisa os parques eólicos trazem benefícios ambientais propriamente ditos e econômico-sociais para a comunidade onde os projetos são implantados. Dado que a região mais adequada à exploração de energia eólica é o nordeste, área historicamente carente de desenvolvimento, há dupla oportunidade para a ação do Estado brasileiro, ampliar a participação de energia limpa na matriz energética nacional e promover o desenvolvimento em região que dele necessita.

Conforme os resultados desta pesquisa, os primeiros benefícios dos parques eólicos são a geração de aproximadamente 3.900 empregos diretos/indiretos na região (cerca de 70% da mão de obra era de pessoas da região). A experiência da cidade de Guanambi (BA), que em pouco tempo passou a ser o município com o melhor índice de desenvolvimento do estado (trabalho, educação e saúde), ilustra o potencial dos benefícios associados aos parques eólicos no NE do Brasil.

O estudo também mostrou que os arrendamentos de terras para os projetos eólicos geram renda significativa para os proprietários de terras (pequenas propriedades, na maioria), pois o modelo de negócios praticado pelas empresas de projetos eólicos envolve arrendar as terras e não comprar. Isso estimula o desenvolvimento

regional ao aumentar o poder aquisitivo da população. O governo também é beneficiado nesses locais pelo aumento de tributos e taxas e consequentemente o aumento de receitas para as prefeituras e estado.

Apenas em 2016 a geração eólica impediu a emissão de mais de dezessete milhões de toneladas de CO₂, resultado fundamental para o cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável dos organismos internacionais e para uma melhor qualidade de vida das próximas gerações.

A inovação tecnológica foi outro aspecto muito positivo analisado no presente trabalho. A pesquisa revelou que foram apresentados vários projetos para a inovação no desenvolvimento de energia eólica, fruto da parceria entre governo, empresas e instituições de ensino para aproveitar o potencial eólico, desenvolver mão de obra qualificada e tecnologia competitiva. Além disso, pode-se notar que o Brasil já está se tornando uma referência em pesquisa eólica, por possuir projetos inovadores e pioneiros em âmbito mundial.

Nos círculos ilustrados e posicionados favoravelmente à preservação do planeta o uso da energia limpa é inquestionável. No círculo formado por agentes econômicos maximizadores de utilidade – o mundo dos negócios – é preciso produzir informações consistentes que induza investidores públicos e privados a apostar em energia eólica. No âmbito do investidor público os argumentos são a geração de emprego e renda e a consequente possibilidade de aumento de tributos para o Tesouro; no privado, a maior competitividade e novas possibilidades de negócios lucrativos. Acreditamos que a todos, investidores e cidadãos, o apelo à preservação ambiental por meio da utilização de energia limpa seja importante.

Esta pesquisa produziu informações para sensibilizar investidores privados e públicos da oportunidade de alocar recursos nos parques eólicos no Estado da Bahia. Naturalmente o tema não está esgotado, consideramos oportunos estudos que aprofundem o conhecimento sobre o legado da capacitação técnica fornecida pelas empresas de desenvolvimento de projetos eólicos, a mensuração e análise dos benefícios dos projetos de pesquisa e inovação em energia eólica que estão em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 3, p. 1-18, 2014.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil**. Brasília: ABDI, 2014.

ALVES FILHO, J. A. **Matriz energética brasileira: da crise a grande esperança**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2003.

AMARAL, Alexandre A. *et al.* Eficiência teórica de pilhas a combustível do tipo PaCOS. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_ar-text&pid=S151770762007000100008-&lng=en&nrm=iso>. Access on 29 June 2017. <http://dx.doi.org/10.159-/S1517-70762007000100008>.

AMARANTE, O. A. C. *et al.* **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, 2001.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005.

_____. Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 017/2013. **ANEEL**, Brasília, mar. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/chamadas-de-projetos-de-p-d/-/asset_publisher/4f6nNc41iP9m/content/chamada-de-projeto-de-p-d-estrategico-n-017-2013/656831?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fchamadas-de-projetos-de-p-d%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_4f6nNc41iP9m%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D1>. Acesso em: 03 jul. 2017.

BALDI, Mariana; LOPES, Fernando Dias. A criação do Centro Tecnológico do Camarão no Rio Grande do Norte: uma análise a partir da abordagem da tríplice hélice e da perspectiva de redes sociais. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 1, p. 167-180, 2017.

BNDES Finem. Investimentos sociais de empresas (linha ISE). **BNDES**. Rio de Janeiro, jul. 2017. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/-financiamento/produto/bndes-finem-investimentos-sociais>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

BRAGA, N. C. **Projetos eletrônicos educacionais com energia alternativa**. 1ª ed. São Paulo: NCB, 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/-leis/l8666cons.htm. Acesso em 30 jun. 2017.

_____. **Lei nº 13.097, de 19 de janeiro de 2015**. Altera o art. 26 da Lei no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que dispõe regras para as Pequenas Centrais Hidrelétricas e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13097.htm Acesso em 30/06/2017.

_____. Dilma inaugura usina hidrelétrica de Belo Monte. **Portal Brasil**, Brasília, maio, 2016. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/governo/2016/05/dilma-inaugura-usina-hidreletrica-de-belo-monte>> Acesso em: 03 jul. 2017.

CALDAS, Fernanda Regina Rocha *et al.* Efeito de óxidos de níquel na sinterização de nanopartículas de óxido de cério dopado com samário (SDC) para aplicação em pilhas a combustível. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 491-500, June 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762015000200491&lng=en&nrm=iso>. access on 29 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150002.0049>.

CAMARGO-SCHUBERT ENGENHEIROS ASSOCIADOS. **Atlas eólico**: Bahia. 1. ed. Curitiba: Camargo Schubert, 2013.

CAVALCANTI, Clóvis. **Concepções da economia ecológica**: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. IEA-USP, Estudos avançados 24 (68), 2010.

CECHIN, André. **A natureza como limite da economia**: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Senac; Edusp, 2010.

CENARIOS ENERGIA EÓLICA. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Brasil Energia. **ANUÁRIO 2014/2015**, agosto, 2015.

_____. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Brasil Energia. **ANUÁRIO 2016/2017**, agosto, 2016.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em: jun. 2017.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Programa demonstrativo para inovação em cadeia produtiva selecionada**: Energia eólica. Brasília: 2015

_____. **Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil**. Brasília: 2012

CHIARAVALLOTI, R. M.; PADUA, C. V. **Escolhas sustentáveis**: discutindo biodiversidade, uso da terra, água e aquecimento global. 1ª ed. São Paulo: Urbana, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **CRESESB**, Rio de Janeiro, jun. 2013. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=guia_cresesb&limit=15&orderby=&page=16&filter%5B%5D=&cid=168>. Acesso em: 03 jul. 2017.

DA SILVA, Débora Oliveira; BAGNO, Raoni Barros; SALERNO, Mario Sergio. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Production**, v. 24, n. 2, p. 477-490, 2014.

DALMAZ, A.; PASSOS, J. C.; COLLE, S. Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão. **Revista ABCM – Engenharia**, v. XIII - n.1, 2008.a. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/pt/wp-content/downloads/abcm_engenharia_vol13_num01_ago2008.pdf>. Acesso em 28 abr. 2016.

DOS REIS, Lineu Belico. **Geração de energia elétrica**. Editora Manole, 2015.

ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN – ECLAC. **Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean, 2015** (LC/G.2641-P), Santiago, Chile, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional 2016**: ano base 2015. Rio de Janeiro, 2016. 292 p. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/balanco-energetico-nacional>>. Acesso em: 04 maio. 2017

_____. **Série Estudos da Demanda**: Nota Técnica DEA 03/15. Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2015-2024), fevereiro de 2015. Rio de Janeiro, 2015. 90 p.

_____. **Expansão da geração**: empreendimentos eólicos. Instruções para solicitação de cadastramento e habilitação técnica com vistas à participação nos leilões de energia elétrica. No EPE-DEE-017/2009-r11. 2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%B5es%202014/EPE-DEE-017_2009_R11_EOL.pdf>. Acesso em 27 abr. 2016

_____. **Plano decenal de expansão de energia 2022**. Empresa de Pesquisa Energética, 2013. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20140124_1.pdf>. Acesso em 27 abr. 2016.

FADIGAS, E. A. F. A.; **Energia eólica**. Barueri: Manole, 2011.

FINEP. Programa Inova Energia. **FINEP**, Rio de Janeiro, abr. 2013. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inova-energia>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FIRPO DE SOUZA PORTO, M.; R. FINAMORE; H. FERREIRA (2013), 'Injustiças da sustentabilidade: conflitos ambientais relacionados à produção de energia "limpa" no Brasil'. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 100, 37–64.

FLORES, Tarcísio Santos. A BRIEF COMPARATIVE STUDY OF THE WIND AND NUCLEAR ENERGY. **Ciencia & Natura**, v. 37, p. 24-29, 2015.

FRANKFURT SCHOOL/UNEP (*United Nations Environment Programme*) (2015), *Global Trends in Renewable Energy Investment 2014* [online] <http://fs-unep-centre.org/publications/gtr-2014>.

FREITAS, Tiago Belerique. **A bombagem hidroelétrica em Portugal no quadro do mercado ibérico**. 2015. Tese de Doutorado.

G20 2016, China. **ClimateFinance Study Group**: Promoting efficient and transparent provision and mobilization of climate finance to enhance ambition of mitigation and adaptation actions, Report June, 2016. Disponível em <<http://www.g20.utoronto.ca/2016/2016-promoting-efficient-transparent-provision.pdf>> Acesso em 30 mai. 2017

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **O Decrescimento**: Entropia, Ecologia, Economia. 1 ed. São Paulo. Editora Senac, 2013. 258 pág.

GLOBAL WIND ENERGY REPORT - GWEC, “**Annual market update 2015**”, Global Wind Report, GWEC, Brussels, 2016.

GOLDEMBERG, José. O estado atual do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, n. 104, p. 37-44, 2015.

GOLDEMBERG, J. PALETTA, F. C. **Energias Renováveis** - Série Energia e Sustentabilidade. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2012.

GOMES, Myller Augusto Santos; COELHO, Tainá Terezinha; GONÇALO, Cláudio Reis. TRÍPLICE HÉLICE: A RELAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA EM BUSCA DA INOVAÇÃO-Triple Helix: The Relationship-University Now in Search of Innovation. **GESTÃO. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 12, n. 1, 2016.

GOMES, Luiz Eduardo Bueno; HENKES, Jairo Afonso. ANÁLISE DA ENERGIA EÓLICA NO CENÁRIO ELÉTRICO: ASPECTOS GERAIS E INDICADORES DE VIABILIDADE ECONOMICA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. p. 463-482, nov. 2014. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portal-deperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2536>. Acesso em: 08 out. 2016.

IBGE. **IBGE - cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ba/guanambi/panorama>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

IEA. **Technology Roadmap: Hydropower**. International Energy Agency. Paris. 2012. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/>.

IPIRANGA, Ana Silva Rocha; GODOY, Arilda Schmidt; BRUNSTEIN, Janette. Introdução. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online)**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 13-20, June 2011. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300002&lng=en&nrm=iso>. access on 24 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-69712011000300002>.

JOHNSTON, Robert E.; BATE, J. Douglas. **The power of strategy innovation**: a new way of linking creativity and strategic planning to discover great business opportunities. AMACOM Div American Mgmt Assn, 2013.

KALDELLIS, J. K.; ZAFIRAKIS, D. **The wind energy (r)evolution: A short review of a long history.** *Renewable Energy*, v. 36, n. 7, p. 1887–1901, jul. 2011.

LIMA JUNIOR, L. C. M. **Avaliação experimental das perturbações causadas pelos diferentes tipos de sistema de controle eletrônico nas usinas eólicas e seus impactos.** 2013. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2013.

LOPES, R. A. **Energia eólica.** 2ª ed. São Paulo: Artliber, 2012.

LOPES, Lucca Vichr. Política energética e fontes alternativas no Brasil. **Revista Gestão & Conexões**, v. 4, n. 2, p. 144-163, 2015.

LOPEZ, M. V. **Ingeniería de la energía eólica: nuevas energia.** 1ª ed. Barcelona: Marcombo, 2012.

LOVINS, L. H.; COHEN, B. **Capitalismo climático: liderança inovadora e lucrativa para um crescimento econômico sustentável.** 1ª ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

MARQUES, G. C. **Física: tendências e perspectivas.** 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

MELO, J. L.; *et al.* **Guia preparatório para a certificação PRINCE2 Foundation: Gerenciamento de projetos em ambiente controlado.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Novaterra, 2015.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Plano estratégico de desenvolvimento sustentável do semi-árido.** 1ª ed. Brasília: Adene, 2005.

MIRANDA, Paulo Emílio V. de. Síntese de Eletrocatalisadores Cerâmicos Nanométricos. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. I-IV, Dec. 2015. -Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762015000400001&lng=en&nrm=iso>. access on 29 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150004.0086>.

MUELLER, Charles Curt. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.** Brasília: Editora da UnB: Finatec, 2007, v.1, 530p.

MUNDO, Transformando Nosso; NOSSO, Transformando a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Acesso em**, v. 15, 2016

NAVALES, A. P. T.; MARTINEZ, E. T. **Energías renovables: Energia Eólica.** 1ª ed. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008.

NIEVES, A. A. **Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica.** 1ª ed. Barcelona: Vértice, 2012;

NONES, Daniela Letícia *et al.* Biomassa residual agrícola e florestal na produção de compactados para geração de energia. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 2, p. 155-164, 2017.

NOVELI, M. SEGATTO, A. P. Processo de cooperação Universidade-Empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. **Revista de Administração e Inovação**. v. 9, n.1, p.81-105. Jan/Mar. 2012.

OLIVEIRA, K. L. M., ARAUJO, D. R. R. P., ARAUJO, L. R. **Projeto básico de um parque eólico e estudos de conexão**. 7º PDPETRO - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Aracaju/SE. Outubro de 2013.

OLIVEIRA, A; PEREIRA, O. **Energia eólica**. 1ª ed. São Paulo: Senac, 2012.

PICOLO, Ana Paula; RÜHLER, Alexandre J.; RAMPINELLI, Giuliano Arns. An approach to the wind energy as an alternative for teaching topics of classical physics. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, p. 01-13, 2014.

PINILLA, A. **El poder del viento**. rev.ing., Bogotá, n.28, Nov.2008. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012149932008000-200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27 abr. 2016.

POLITO, Rodrigo. **Nordeste pode sofrer apagões no verão**. 2015.

PROGRAMA CATAVENTO. Projetos sustentáveis e de desenvolvimento socioambiental. **Renova Energia**, São Paulo, mai. 2015. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/catavento/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

PROINFA. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. **Ministério de Minas e Energia**, Brasília, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia de conjunto de conhecimentos em gerenciamentos de projetos: Guia PMBOK**. 5ª ed. Pensilvânia: Four Campus Boulevard, 2013.

RAMPINELLI, G. A.; ROSA JUNIOR, C. G. **Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica**. Revista de Ciências Exatas Naturais, v. 14, p. 273-302, 2012.

REIS, L. B. **Geração de Energia Elétrica**. 2ª ed. Barueri: Manole, 2011.

REN21. **Renewables 2015** - Global Status Report, 2015.

REN21. **Renewables 2016** - Global Status Report, 2016.

RENOVA ENERGIA. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2011**. Renova Energia S/A, São Paulo, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/relatorio/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

_____. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2012**. Renova Energia S/A, São Paulo, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/relatorio/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

_____. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2013**. Renova Energia S/A, São Paulo, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/relatorio/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

_____. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2014**. Renova Energia S/A, São Paulo, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/relatorio/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

_____. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2015**. Renova Energia S/A, São Paulo, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/pt-br/sustentabilidade/relatorio/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

RONCAGLIO, C.; JANKE, N. **Desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Curitiba: IESDE, 2012.

ROSA, A. H.; FACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ROSA, Luiz Pinguelli. Energia nos governos Lula e Dilma—perspectivas. **Revista USP**, n. 104, p. 45-50, 2015.

SALINO, P. J. **Energia eólica no Brasil**: uma comparação do PROINFA e dos novos leilões. 2011. 113 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

SANTIAGO, Francisco Luiz Sanchez; DE REZENDE, Marcos Antonio. Aproveitamento de resíduos florestais de Eucalyptus spp na indústria de fabricação de celulose para geração de energia térmica e elétrica. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, v. 29, n. 4, p. 241-253, 2014.

SANTOS, A. J. R.; **Gestão estratégica**: conceitos, modelos e instrumentos. 1ª ed. Lisboa: Escolar, 2008.

SIMAS, M.; PACCA, S. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estud. av., São Paulo, v.27, n.77, p.99-116, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S010340142013000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 26 abr. 2016.

SOUZA-LIMA, José Edmilson. de. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais. **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.1, p.119-127, jan./jun. 2004.

TIDD, Joe; BESSANT, Joe. **Gestão da inovação-5**. Bookman Editora, 2015.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Energia Renovável**: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Coord.). EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. **Contribuições geográficas**. 1ª ed. Ubá: Geographica, 2009.

UNDP (2015) *Human Development Report 2015. Work for Human Development*. New York: United Nations Development Programme, 2015.

_____ (2016) *The Sustainable Development Goals Report*. New York: Department of Economic and Social Affairs (DESA), 2016.

UNFCCC (2015) *Draft Decision: CP.21, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1*. Available at unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf. Acesso: 05 out. 2016.

VARANDAS JUNIOR, Angelo *et al.* Análise da gestão da cadeia de valor da inovação em uma empresa do setor siderúrgico. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 1-18, 2014.

VEIGA, J. E. Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas. **Rev. Econ. Polit.**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 421-435, Dec. 2009. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572009000400007-&lng=en&nrm=iso>. access on 04 July 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-315720090004-00007>.

VIANA, G.I.M.N., SILVA, A.M.S., 2014. Um modelo para projeções para demanda por energia elétrica, 2009–2017 para o setor residencial no Brasil. **Rev. Bras. Energy** 20, 107–126

WHITE, F. M. **Mecânica dos fluídos**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

WWF-Brasil. **Desafios e Oportunidades para a energia eólica no Brasil**: recomendações para políticas públicas. 1ª ed. Brasília: WWF-Brasil – Fundo Mundial para a Natureza, 2015.

ANEXOS

ANEXO – 1	Certificação de Medições Anemométricas
ANEXO – 2	Certificação de Produção Anual de Energia
ANEXO – 3	Análise Especial IFDM 2015 Ano Base 2013: BAHIA
ANEXO – 4	NOTA METODOLÓGICA

ANEXO – 1

EMPREENDIMENTOS EÓLICOS - Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica (EPE-DEE-017/2009-r11)

Certificação de Medições Anemométricas

A Certificação de Medições Anemométricas deverá atender obrigatoriamente aos seguintes requisitos:

- a)** Ter por base um período de medições anemométricas, conforme disposto nas Portarias MME nº 21, 18/01/2008, e MME nº 29, de 28/01/2011, devendo ser informados o início e o fim do período de aquisição dos dados;
- b)** As medições anemométricas e climatológicas deverão ser realizadas numa região próxima ao local do parque eólico, definido conforme o § 1º do art. 6º-A, da Portaria MME nº 21/2008.
- c)** As medições deverão ser feitas em pelo menos duas alturas distintas, sendo uma a partir de 50 metros, por período não inferior a 24 (vinte e quatro) meses consecutivos, sempre iniciado a partir de dados válidos, devendo ser integralizadas a cada 10 (dez) minutos e ter uma taxa de perda de dados inferior a 10% (dez por cento), destacando-se que o período contínuo de ausência de medições não poderá superar 15 (quinze) dias;
- d)** Deverão ser informadas a taxa de perda de dados e a metodologia empregada para o preenchimento das perdas dos dados medidos;
- e)** Informações sobre os dados de temperatura, densidade média anual do ar, pressão atmosférica no local do parque eólico, incluindo identificação e localização das estações meteorológicas de origem dos dados, quando não medidos em instrumentos da torre anemométrica em estudo;
- f)** Médias mensais de longo prazo da velocidade do vento e os respectivos parâmetros (fator de forma e fator de escala) da distribuição de Weibull, para cada mês, extrapoladas à elevação (altura) do rotor da turbina; OBS.: esses dados deverão ser informados na Guia “Características Técnicas/Dados Anemométricos Certificados” do AEGE
- g)** Rosa dos Ventos, com 16 setores 2, apresentada também, em forma de tabela, explicitando os percentuais de permanência em cada setor, conforme modelo do ANEXO V;
- h)** Velocidade de referência (V_{ref} , 50 anos, 10 minutos), rajada máxima (V_{e50} , 50 anos, 3 segundos), intensidade de turbulência média ($V > 4$ m/s), intensidade de turbulência Normal (quantil de 90 %) e classe IEC do parque eólico, conforme NBR-6123/1988 e IEC-61400-3ª edição; e
- i)** Os arquivos digitais em formato “Excel” com as medições anemométricas contendo dados brutos e dados tratados devem ser gravados no Anexo 6 - Certificado, conforme descrito na tabela do ANEXO VII. Sem prejuízo aos requisitos descritos acima, que se aplicam exclusivamente para fins de cadastramento e habilitação técnica, os empreendedores que se sagrarem vencedores nos leilões de energia deverão iniciar medições anemométricas e climatológicas permanentes no local do parque de geração, em conformidade com a Portaria MME nº 29, de 28 de janeiro de 2011. Essas medições deverão cumprir os requisitos especificados na Nota Técnica da EPE, “INSTRUÇÕES PARA AS MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS E CLIMATOLÓGICAS EM PARQUES EÓLICOS”.

ANEXO – 2

EMPREENDEIMENTOS EÓLICOS - Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica (EPE-DEE-017/2009-r11)

Certificação de Produção Anual de Energia

Da Certificação de Produção Anual de Energia deverão constar obrigatoriamente as seguintes informações:

- a) A incerteza padrão na Produção Anual de Energia considerando as incertezas de: velocidade do vento, da curva de potência da turbina e no cálculo das perdas aerodinâmicas do parque;
- b) Os valores de energia anual Certificados que são excedidos com probabilidades de 50%, 75% e 90% para uma variabilidade futura considerando todo o período contratual (P50, P75 e P90), que devem considerar as condições meteorológicas locais, a densidade do ar, a degradação das pás e as perdas aerodinâmicas do próprio parque e decorrentes de parques vizinhos (efeito esteira);
- c) Os valores de Produção Anual Bruta³ e Certificada (P50), conforme definição do item b, de cada aerogerador, identificando o fabricante/modelo, altura do eixo do rotor, velocidade média anual do vento livre, perdas aerodinâmicas e degradação das pás, conforme modelo abaixo:

Turbina		Veloc. anual do vento livre na turbina (m/s) ^[1]	Produção anual de energia bruta (MWh)	Perdas aerodinâmicas (%) ^[2]	Degradação média das pás (%)	Produção anual de energia certificada (MWh)
Nº	Modelo					
1						
2						
...						
n						

- d) Um Anexo contendo a “Curva de Potência x Velocidade do Vento” ajustada para as condições locais do parque eólico, emitida e garantida pelo fabricante do aerogerador ou, se houver, a curva emitida por uma instituição com credenciamento ISO/IEC 17025, sendo esta última medida conforme os procedimentos da norma IEC 61400-12/1998 (IEC Systems for Conformity Testing and Certification of Wind Turbines) e da MEASNET. OBS.: na guia “Equipamentos” do AEGE deverão ser informados os pontos desta curva.

- e) Declaração do fabricante do aerogerador atestando a adequação da Classe da turbina, selecionada conforme norma IEC 61400, para o local onde será construído o parque eólico;

- f) O desenho do *micrositing* do parque eólico indicando a localização dos aerogeradores, com as respectivas coordenadas (UTM) e respectiva identificação. Além disso, deverá ser também apresentada a Rosa dos Ventos; OBS.: na guia “Equipamentos” do AEGE, deverão ser informadas as coordenadas (UTM) e identificação de cada aerogerador que compõe o parque eólico. Estes dados deverão ser os mesmos apresentados na Certificação de Medições Anemométricas e de Produção de Energia.

- g) A Produção Mensal Certificada referente ao valor de P50, em MWh, deverá considerar as condições meteorológicas locais, a densidade do ar, a degradação das pás e as perdas aerodinâmicas do próprio parque e decorrentes de parques vizinhos (efeito esteira). Este valor de Produção Certificada em MWh servirá de base para a sazonalização da Garantia Física;

- h) Deverão ser apresentados, para todos os parques eólicos vizinhos considerados nas estimativas de produção de energia, coordenadas (UTM-SIRGAS2000), modelo e fabricante, altura do cubo e diâmetro do rotor dos aerogeradores, bem como devem constar em mapa de localização e arranjo. As informações deverão ser apresentadas no corpo do texto da Certificação, conforme tabela abaixo:

Parque Eólico Vizinho	Aerogeradores	Potência Unitária	Coordenadas		Fabricante/Modelo do Aerogerador	Altura do eixo do rotor (m)	Diâmetro do rotor (m)
			E (m)	N (m)			
Nome da Usina 1	1						
Nome da Usina 1	...						
Nome da Usina 1	n						
Nome da Usina 2	1						
Nome da Usina 2	...						
Nome da Usina 2	n						

i) A Produção Mensal Certificada, em MWh, deverá ser limitada à Potência Habilitável multiplicada pelo Fator de Capacidade Máximo (FCmax) e pelo número de horas do mês, conforme tabela a seguir.

$$\text{ProdCm} \leq \text{PotHab} \cdot \text{FCmax} \cdot \text{NHorasm}$$

Jan = 744	Fev = 672	Mar = 744
Abr = 720	Mai = 744	Jun = 720
Jul = 744	Ago = 744	Set = 720
Out = 744	Nov = 720	Dez = 744

ANEXO - 3



Análise Especial IFDM 2015 | Ano Base 2013: BAHIA

O **índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)** acompanha o desenvolvimento socioeconômico dos mais de cinco mil municípios brasileiros com base nas três áreas fundamentais ao desenvolvimento humano: **Educação, Saúde e Emprego & Renda**. Criado em **2008**, o índice possui periodicidade anual e é calculado exclusivamente com estatísticas públicas oficiais. Sua metodologia permite tanto analisar a fotografia anual dos municípios quanto a evolução ao longo dos anos. A leitura dos resultados é bastante simples: o IFDM varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento da localidade. Para facilitar a análise são estabelecidos valores de referência e definidos quatro conceitos:

- Municípios com IFDM entre 0,0 e 0,4 ► **baixo** estágio de desenvolvimento;
- Municípios com IFDM entre 0,4 e 0,6 ► desenvolvimento **regular**;
- Municípios com IFDM entre 0,6 e 0,8 ► desenvolvimento **moderado**;
- Municípios com IFDM entre 0,8 e 1,0 ► **alto** estágio de desenvolvimento.



Nesta edição do IFDM, os municípios da **Bahia** apresentaram um quadro socioeconômico bastante desfavorável em relação à maioria do Brasil. Enquanto no país 68,1% dos municípios apresentaram desenvolvimento alto ou moderado, na Bahia apenas 11,8% dos 415 municípios avaliados¹ apresentaram desenvolvimento moderado e, desde o início da nova série histórica do IFDM, em 2005, o estado permaneceu sem cidades de alto desenvolvimento.

Assim, dentre os 100 IFDMs mais baixos do país, 41 foram registrados em municípios baianos e dentre os 500 menos desenvolvidos do Brasil, 178 são da Bahia. Apesar do cenário majoritariamente negativo, o estado apresentou avanços na comparação com 2012 - o IFDM de 288 municípios (69,9%) cresceu frente a 2012, o que propiciou o aumento do número de municípios com desempenho regular de 334 para 347 e a redução das cidades com baixo desenvolvimento de 35 para 19.

Entre as áreas de desenvolvimento do IFDM, **Saúde** é a única dentre as três áreas em que houve cidades com alto desenvolvimento. Em 2013, cinco municípios baianos (1,2%) atingiram a excelência na atenção básica de saúde: Catu, Guanambi, Piripá, Pojuca e Salinas da Margarida. Em contrapartida, 89

¹ O estado da Bahia possui 417 municípios, mas nesta edição, devido à ausência ou inconsistência de dados utilizados nos cálculos do IFDM Emprego&Renda, duas cidades baianas ficaram de fora do ranking do IFDM: Igaporã e Jussara.

(21,3%) cidades apresentaram baixo desenvolvimento, o que evidencia a discrepância entre municípios do estado dos serviços de saúde oferecidos à população. A Bahia ainda registrou 140 cidades (33,6%) com **IFDM Saúde** moderado e 183 (43,9%) com conceito regular. Vale destacar que 273 municípios baianos (65,5%) evoluíram na área de **Saúde** frente à medição anterior.

Na área de **Educação**, a Bahia apresentou 210 cidades (50,4%) com desenvolvimento moderado, 205 (49,2%) com desenvolvimento regular e apenas duas (0,5%) com baixo desenvolvimento. Não houve nenhum município baiano com alto desenvolvimento. A vertente **Educação** foi a que registrou maior avanço frente à medição anterior: 88,0% dos municípios baianos (367) tiveram variação positiva. Esse resultado foi refletido, principal mente, sobre o número de municípios com desenvolvimento moderado, que aumentou de 124 em 2012 para 210 em 2013.

Na vertente **Emprego & Renda**, as cidades da Bahia se concentraram principalmente nas classificações mais baixas em 2013: 220 cidades (53,0% do total) apresentaram baixo grau de desenvolvimento e 165 (39,8%) desenvolvimento regular. Além disso, 30 municípios (7,2%) exibiram desempenho moderado do mercado de trabalho, ao passo que nenhum registrou nota superior a 0,8 pontos (alto IFDM). Vale mencionar que diante de um cenário de menor geração de empregos, 248 municípios (60,2%) apresentaram declínio do **IFDM Emprego & Renda** na comparação com 2012.

Entre os **dez primeiros colocados** do estado, todos apresentaram grau de desenvolvimento moderado e registraram crescimento no **IFDM Educação**, enquanto oito evoluíram em **Saúde** e dois em **Emprego & Renda** na comparação com o ano anterior. A cidade de Guanambi saltou da sexta para a primeira colocação do estado ao apresentar evolução nas três vertentes. Na segunda posição, o município de Lauro de Freitas manteve sua colocação devido, sobretudo, ao avanço na vertente **Educação**. Vale destacar o aumento de 14,8% no índice geral registrado por Brumado, que subiu 22 posições no ranking e passou a integrar o Top 10 estadual nesta edição, fruto de avanços superiores a 10,0% nas três esferas avaliadas.

Tabela 1: 10 maiores IFDMs do estado em 2013

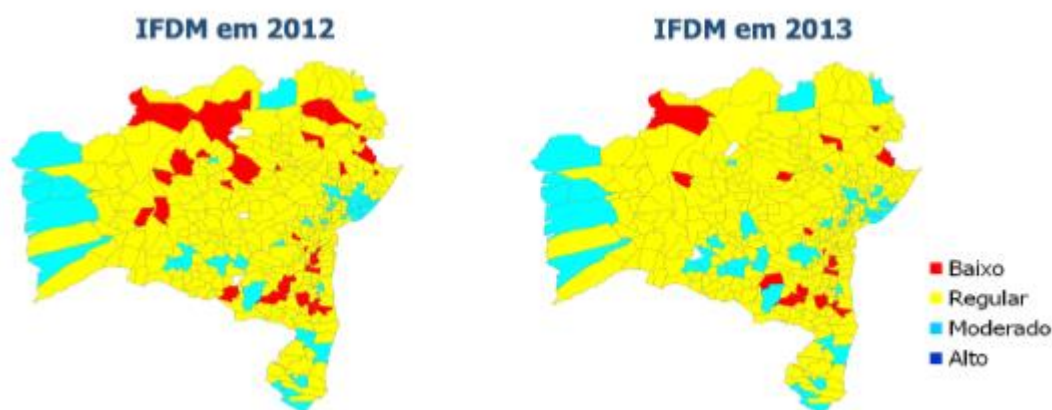
Ranking BA		Municípios	IFDM		Var. (%)	Emprego&Renda		Educação		Saúde	
2012	2013		2012	2013		2012	2013	2012	2013	2012	2013
6º	1º	Guanambi	0,7046	0,7435	5,5%	0,5943	0,6308	0,6889	0,7163	0,8306	0,8832
2º	2º	Lauro de Freitas	0,7320	0,7430	1,5%	0,7756	0,7516	0,6240	0,6803	0,7963	0,7971
10º	3º	Mata de São João	0,6891	0,7418	7,6%	0,7112	0,6981	0,6905	0,7824	0,6657	0,7451
3º	4º	Santo Antônio de Je	0,7257	0,7380	1,7%	0,7298	0,7002	0,6781	0,7189	0,7692	0,7948
1º	5º	Luís Eduardo Magalhães	0,7384	0,7328	-0,8%	0,8104	0,7663	0,6731	0,6996	0,7317	0,7326
28º	6º	Brumado	0,6350	0,7289	14,8%	0,6330	0,7364	0,6385	0,7349	0,6336	0,7155
4º	7º	Camaçari	0,7128	0,7179	0,7%	0,7664	0,7577	0,5994	0,6229	0,7727	0,7732
5º	8º	Salvador	0,7054	0,7160	1,5%	0,7254	0,7228	0,6031	0,6438	0,7878	0,7814
8º	9º	Porto Seguro	0,6953	0,6985	0,5%	0,7195	0,7001	0,5857	0,6077	0,7808	0,7876
9º	10º	Simões Filho	0,6905	0,6905	0,0%	0,7847	0,7489	0,5621	0,6052	0,7248	0,7174

No outro extremo do ranking estadual, três municípios se mantiveram entre os **10 menores IFDMs do estado**, mesmo tendo apresentado forte aumento do IFDM frente a 2012: Arataca (+15,3%), Morpará (+17,2%) e Caatiba (+19,1%). Além disso, das 10 cidades com menores índices da Bahia, seis registraram desempenhos muito baixos para as três vertentes simultaneamente e figuraram concomitantemente dentre os 500 menores índices do Brasil de Emprego & Renda, de Educação e de Saúde. São as cidades de Cansanção, Ubatã, Morpará, Irajuba, Caatiba e Gongogi.

Tabela 2: 10 menores IFDMs do estado em 2013

Ranking BA		Municípios	IFDM		Var. (%)	Emprego&Renda		Educação		Saúde	
2012	2013		2012	2013		2012	2013	2012	2013	2012	2013
398º	406º	Cansanção	0,3751	0,3855	2,8%	0,3784	0,3102	0,4375	0,4996	0,3093	0,3466
364º	407º	Piritiba	0,4137	0,3846	-7,0%	0,4278	0,2945	0,5032	0,5727	0,3100	0,2867
387º	408º	Ubatã	0,3916	0,3831	-2,2%	0,3967	0,2379	0,4590	0,5314	0,3190	0,3800
380º	409º	Santa Luzia	0,3991	0,3816	-4,4%	0,4330	0,4170	0,3823	0,3862	0,3819	0,3415
399º	410º	Nova Canaã	0,3750	0,3814	1,7%	0,3931	0,3803	0,4961	0,5166	0,2357	0,2474
412º	411º	Arataca	0,3288	0,3792	15,3%	0,3022	0,3908	0,3847	0,4361	0,2994	0,3107
413º	412º	Morpará	0,3228	0,3783	17,2%	0,2359	0,2784	0,4257	0,5030	0,3068	0,3534
347º	413º	Irajuba	0,4261	0,3733	-12,4%	0,3634	0,2057	0,4734	0,5359	0,4416	0,3783
414º	414º	Caatiba	0,3061	0,3645	19,1%	0,3216	0,2971	0,2714	0,4661	0,3254	0,3302
392º	415º	Gongogi	0,3851	0,3628	-5,8%	0,3910	0,2422	0,4751	0,5068	0,2892	0,3393

As imagens geograficamente referenciadas abaixo ilustram os níveis de desenvolvimento encontrados no estado da Bahia nos anos de 2012 e 2013. Na comparação das imagens, pode-se observar a redução das cidades com desenvolvimento baixo (coloração vermelha) e aumento das classificações regular e moderado. Nota-se também o retrocesso de algumas cidades classificadas como moderadas em 2012 que passam a ser regulares em 2013. Por fim, a ausência de pontos azuis escuros indica que não houve cidades com alto desenvolvimento socioeconômico no estado da Bahia.



EXPEDIENTE: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) - Av. Graça Aranha, 01 CEP: 20030-002 - Rio de Janeiro. **Presidente:** Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira; **Vice-Presidente Executivo:** Geraldo Benedicto Coutinho; **Diretora de Desenvolvimento Econômico:** Luciana de Sá; **Gerente de Ambiente de Negócios e Infraestrutura:** Guilherme Mercês; **Gerente de Pesquisa e Estatística:** Cesar Bedran; **Chefe da Divisão de Pesquisa e Estatística:** Tatiana Sanchez; **Equipe:** Mareio Afonso, Camila Magalhães, Joana Siqueira, Carolina Neder, Adriana Esteves, Isabela Valentim, Jonathas Goulart e Nayara Freire.

ANEXO - 4



NOTA METODOLÓGICA

O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) é um indicador composto que aborda, com igual ponderação, três áreas consagradas do desenvolvimento humano: **Emprego & Renda, Educação e Saúde**. Assim, o IFDM de um município consolida em um único número o nível de desenvolvimento socioeconômico local, através da média simples dos resultados obtidos em cada uma dessas três vertentes.

O IFDM foi criado em 2008 e acompanhou o desenvolvimento de cada um dos 5.565 municípios brasileiros na primeira década deste século. No entanto, medir o desenvolvimento implica, necessariamente, na reavaliação periódica das escolhas possíveis e dos níveis de acesso alcançados². Por isso, após uma década de acompanhamento dos municípios, o IFDM foi aprimorado para captar os novos desafios do desenvolvimento brasileiro. O trabalho de revisão da metodologia teve três pilares: ampla revisão de literatura, identificação de novas variáveis e aplicação de testes estatísticos com vistas a confirmar as hipóteses teóricas e avaliar a estrutura de pesos do índice.

O principal incremento foi situar o Brasil no mundo. A nova metodologia buscou padrões de desenvolvimento encontrados em países mais avançados, utilizando-os como referência para os indicadores nacionais. Com isso, alargou-se o leque de escolhas da sociedade nos domínios da saúde, da educação, do emprego e da renda. Outro ponto importante foi a atualização de metas e parâmetros nacionais de 2000 para 2010.

A revisão do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) manteve as características únicas e as premissas da metodologia original, quais sejam:

- Acompanhar as três principais áreas de desenvolvimento: **Educação, Saúde, Emprego & Renda**;
- Possuir periodicidade **ANUAL**, recorte **MUNICIPAL** e cobertura **NACIONAL** dos 5.565 municípios brasileiros;
- Utilizar-se exclusivamente de **estatísticas públicas oficiais**³;
- Permitir **comparações absolutas e relativas**, identificando se a melhora ocorrida em determinado município decorreu da adoção de políticas específicas ou apenas da queda ou ascensão dos demais municípios no ranking;
- Possuir **fácil leitura**: o índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento da cidade. Além disso, para maior praticidade na análise dos resultados, foram definidas as seguintes classificações:

² Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o desenvolvimento é um processo de mudança da sociedade no sentido de melhorar o bem-estar da população ao longo do tempo, alargando o seu leque de escolhas nos domínios da saúde, educação e rendimento. (Relatório do Desenvolvimento Humano 2013).

³ As fontes primárias de dados são os Ministérios do Trabalho e Emprego, da Educação e da Saúde.

- municípios com IFDM entre 0 e 0,4 ► **BAIXO** desenvolvimento;
- municípios com IFDM entre 0,4 e 0,6 ► desenvolvimento **REGULAR**;
- municípios com IFDM entre 0,6 e 0,8 ► desenvolvimento **MODERADO**;
- municípios com IFDM entre 0,8 e 1,0 ► **ALTO** desenvolvimento.

Quadro-Resumo das variáveis componentes do IFDM – por Área de Desenvolvimento

IFDM		
Emprego&Renda	Educação	Saúde
Geração de emprego formal	Matrículas na educação infantil	Número de consultas pré-natal
Absorção da mão de obra local	Abandono no ensino fundamental	Óbitos por causas mal-definidas
Geração de Renda formal	Distorção idade-série no ensino fundamental	Óbitos infantis por causas evitáveis
Salários médios do emprego formal	Docentes com ensino superior no ensino fundamental	Internação sensível à atenção básica
Desigualdade	Média de horas aula diárias no ensino fundamental	
	Resultado do IDEB no ensino fundamental	
Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego	Fonte: Ministério da Educação	Fonte: Ministério da Saúde

Dimensões e variáveis

O IFDM – **Emprego & Renda** é composto por duas dimensões: **Emprego** - que avalia a geração de emprego formal e a capacidade de absorção da mão-de-obra local - e **Renda** - que acompanha a geração de renda e sua distribuição no mercado de trabalho do município. Cada uma destas dimensões representa 50% do índice de **Emprego & Renda**. As fontes de dados são os registros da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), ambos do Ministério do Trabalho e Emprego, e projeções oficiais de população do IBGE⁴.

IFDM - Emprego&Renda						
Emprego (50%)						
Varíáveis	Crescimento Real no Ano	Ordenação Crescimento Negativo Ano	Crescimento Real no Triênio	Ordenação Crescimento Negativo Triênio	Formalização do mercado de trabalho local	
PESOS	10%		10%		30%	
Renda (50%)						
Varíáveis	Crescimento Real no Ano	Ordenação Crescimento Negativo Ano	Crescimento Real no Triênio	Ordenação Crescimento Negativo Triênio	Massa Salarial	Gini da Renda
PESOS	10%		10%		15%	15%

O objetivo da vertente **Emprego & Renda** é captar tanto a conjuntura econômica como características estruturais do mercado de trabalho do município. Com a revisão metodológica, foram introduzidos dois novos conceitos: formalização do mercado de trabalho local, incorporado na dimensão Emprego; e desigualdade, incluído na dimensão Renda. Para isso, foram adotados parâmetros internacionais de desempenho no mercado de trabalho, tendo como referência o ano de 2010.

⁴Existe uma defasagem temporal de três anos entre o ano de referência do IFDM e sua divulgação decorrente do fato de serem utilizadas apenas estatísticas oficiais dos Ministérios da Saúde, da Educação e do Trabalho e Emprego. Assim, a edição de 2014 é referente ao ano de 2011. Foram utilizadas também projeções da população para 2011 calculadas pelo IBGE para o Ministério da Saúde.

Assim, na dimensão **Emprego**, a conjuntura é retratada pelas **taxas de crescimento do emprego formal no ano base e no último triênio**, enquanto a parte estrutural fica a cargo do grau de **formalização do mercado de trabalho local**, medido através da relação entre o estoque de trabalhadores com carteira assinada e a população em idade ativa do município. Por sua vez, a dimensão **Renda** é composta pelas taxas de **crescimento da renda média no ano base e no último triênio**, representando os componentes conjunturais, bem como por dois indicadores estruturais: **Gini da renda**, que ilustra a concentração da renda no mercado formal de trabalho, e **massa salarial**, que mede a relevância econômica do município e, portanto, seu potencial de servir como vetor de desenvolvimento para outros municípios.

O **IFDM - Educação** é composto por seis indicadores. Foi idealizado para captar a oferta de educação infantil e, principalmente, a qualidade da educação prestada no ensino fundamental, em escolas públicas e privadas. Ao ensino fundamental foi atribuído peso de 80%, distribuído entre cinco indicadores: 55% para indicadores-meio e 25% para indicadores-fim. Por seu poder de influenciar a aprendizagem futura e o mercado de trabalho, o ensino infantil ficou com os demais 20% do IFDM Educação. A fonte de todos esses dados é o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Ministério da Educação.

IFDM - Educação						
Variáveis	Ensino Infantil		Ensino Fundamental			
	Atendimento Educação Infantil	Distorção Idade Série (1- tx)	% Docentes com Curso Superior	Média de Horas-Aula Diárias	Taxa de Abandono (1- tx)	Média IDEB
PESOS	20%	10%	15%	15%	15%	25%

O atendimento à Educação Infantil é avaliado pelo **percentual de matrículas em creches e pré-escolas em** relação ao total de crianças de 0 a 5 anos de idade, estimado pelas projeções anuais de população do IBGE. Segundo a PNAD 2011, desta mesma instituição, mais de 9 milhões de crianças nessa faixa etária estavam fora da escola, por isso a importância da avaliação quantitativa neste caso. Por sua vez, no Ensino Fundamental a avaliação tem foco qualitativo, haja vista que 98,2% da população alvo já está atendida. São cinco indicadores de qualidade da educação prestada no ensino fundamental:

- i) **Taxa de distorção idade-série:** representa a defasagem de aprendizagem, expressa o percentual de alunos com idade superior à idade recomendada para a série que está cursando;
- ii) **Percentual de docentes com curso superior:** mede a qualificação dos professores;
- iii) **Número médio diário de horas-aula:** aborda a qualidade do ensino sob a ótica da oferta de tempo integral nas escolas e do impacto sobre o desempenho dos alunos;
- iv) **Taxa de abandono escolar:** acompanha se de fato os alunos matriculados no ensino fundamental permanecem na escola durante todo o ano letivo;
- v) **Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB):** principal indicador de desempenho da educação básica no Brasil, mede o grau da absorção do conteúdo dos alunos.

No processo de revisão metodológica não houve incorporação de novas variáveis no **IFDM Educação**. Contudo, foram atualizados os parâmetros de desenvolvimento que passaram a se basear no ano 2010, em metas de governo e em padrões internacionais. Dessa forma, foram reforçadas as exigências quanto à formação de professores e ao atendimento em creches e pré-escolas, bem como às taxas de abandono e de distorção idade série.

O **IFDM-Saúde** tem foco na saúde básica e contempla indicadores cujo controle é de competência municipal. Neste caso, foram utilizados os bancos de dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc) e do Sistema Internações Hospitalares (SIH), todos do DataSUS - Ministério da Saúde.

IFDM - Saúde				
Atenção Básica				
Variáveis	Mínimo de 7 consultas pré-natal por nascido vivo (%)	Taxa de óbito de menores de 5 anos por causas evitáveis	Óbito de causas mal definidas	Internações Evitáveis por Atenção Básica
PESOS	25%	25%	25%	25%

O IFDM Saúde é composto por quatro indicadores com pesos iguais (25% cada). Com a revisão metodológica a **Saúde** ganhou um novo componente: **Internações Sensíveis à Atenção Básica**. Além deste novo indicador, também compõem o IFDM-Saúde com igual peso:

- i) **Percentual de gestantes com mais de seis consultas pré-natal:** É considerado um dos procedimentos mais básicos que um município deve oferecer à sua população. Mede o grau de cobertura do atendimento pré-natal nos serviços de saúde do município;
- ii) **Proporção de mortes por causas mal definidas:** Está relacionado ao acesso aos serviços de saúde e o acompanhamento da saúde dessa população. Permite inferir a qualidade da atenção básica, que, em geral, caminha na mesma direção da qualidade no preenchimento das declarações de óbito.
- iii) **Taxa de óbitos infantis por causas evitáveis:** É reconhecida pela ONU como um dos indicadores mais sensíveis da condição de vida e de saúde de uma população. Os dados sobre mortes evitáveis constituem indicadores indiretos da qualidade da atenção básica à Saúde, dos quais podem derivar medidas de resultado ou de impacto sobre a ação pública como saneamento e campanhas de vacinação, por exemplo.
- iv) **Internações Sensíveis à Atenção Básica:** Este indicador acompanha as internações hospitalares que poderiam ter sido evitadas caso os serviços de atenção básica de saúde tivessem sido efetivos. Em outras palavras, não é desejável se ter um alto percentual de internações hospitalares, por exemplo, por anemia, hipertensão ou diabetes, uma vez que estas poderiam ser evitadas através da prevenção por ação da atenção básica.

Na revisão metodológica foram incorporados parâmetros internacionais para as taxas de óbitos infantis, bem como aumentadas as exigências quanto ao atendimento às gestantes e à identificação de óbitos.

EXPEDIENTE: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) - Av. Graça Aranha, 01 CEP: 20030-002 - Rio de Janeiro. **Presidente:** Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira; **Vice-Presidente Executivo:** Geraldo Benedicto Coutinho; **Diretora de Desenvolvimento Econômico:** Luciana de Sá; **Gerente de Ambiente de Negócios e Infraestrutura:** Guilherme Mercês; **Gerente de Pesquisa e Estatística:** Cesar Bedran; **Chefe da Divisão de Pesquisa e Estatística:** Tatiana Sanchez; **Equipe:** Marcio Afonso, Camila Magalhães, Joana Siqueira, Carolina Neder, Adriana Esteves, Isabela Valentim, Jonathas Goulart e Nayara Freire. Sugestões e Informações: pesquisas@firjan.org.br Visite nossa página na internet: www.firjan.com.br/ifdm