

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

LUAN TOLENTINO DOS SANTOS

**AVANÇOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS
POLÍTICAS PÚBLICAS E SEUS RESULTADOS**

**VITÓRIA
2017**

LUAN TOLENTINO DOS SANTOS

**AVANÇOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS
POLÍTICAS PÚBLICAS E SEUS RESULTADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientadora: Prof.^a D.Sc. Adriana Fiorotti Campos

**VITÓRIA
2017**

LUAN TOLENTINO DOS SANTOS

AVANÇOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E SEUS RESULTADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Aprovada em: 07 de agosto de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Sc. Adriana Fiorotti Campos
Orientador - PPGES
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof.^a Dr.^a Glicia Vieira dos Santos
Examinador Interno - PPGES
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. PhD. Alexandre Ottoni Teatini
Salles
Examinador Externo - PPGECO
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, a vontade e a oportunidade de estudar, e me sustentar durante todo esse trajeto. Aos meus amados pais e irmãos, por estarem sempre ao meu lado e me mostrarem seu amor e apoio incondicional. Aos diretores da Master Shipping, por colaborarem com a concretização desse sonho. Aos meus amigos, minha segunda família, que acompanharam de perto todo o caminho percorrido e me apoiaram em todos os momentos. À professora e amiga Adriana Fiorotti pelo amparo e contribuições para o meu desenvolvimento acadêmico e intelectual.

EPÍGRAFE

“Queda prohibido no sonreír a los problemas,
no luchar por lo que quieres, abandonarlo todo por
miedo, no convertir en realidad tus sueños....”

Pablo Neruda

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é verificar como se deu a evolução da energia eólica no Brasil a partir dos anos 2000. Nesse sentido, propôs-se investigar quais fatores contribuíram para a expansão da geração de energia elétrica a partir da fonte eólica no Brasil, com base nas políticas regulatórias, fiscais e de inovação que envolvem o setor, além de elementos externos e desafios que influenciaram o desenvolvimento do setor. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratório-descritiva, por meio de pesquisas bibliográfica e documental, que contribuíram para a investigação proposta. A realização dessa análise levou em consideração o contexto mundial em que se insere a fonte eólica e, ainda, a experiência de países selecionados da América Latina (Chile, Uruguai, Peru e Argentina) que, assim como o Brasil, têm se destacado na Região. A partir dos resultados obtidos, observou-se que dentre os principais motivos que oportunizaram o avanço do setor eólica brasileiro, destaca-se: a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que representou o pontapé inicial para a introdução da fonte eólica no Brasil; as mudanças na estrutura do Setor Elétrico Brasileiro, que possibilitaram a implementação de um sistema competitivo de comercialização de energia, os leilões; os investimentos em tecnologia a partir de 2008. Apesar dos avanços levantados, verificou-se que o Brasil não foi capaz de desenvolver uma indústria nacional de tecnologia eólica, pois suas políticas tiveram como foco principal a criação de mercado. Nesse sentido, foram identificados gargalos importantes, como: (i) a inexistência de um ambiente favorável à Ciência e Tecnologia; (ii) um descompasso entre o planejamento setorial e as legislações vigentes (como é o caso dos leilões de energia e a ausência de linhas de transmissão) (iii) a oferta limitada de financiamentos para investimentos em energia eólica. Além disso, verificou-se que a redução dos preços de energia eólica no Brasil deve-se, sobretudo, ao avanço internacional da tecnologia e a crise mundial a partir de 2008, que atraiu investidores para o Brasil. Por fim, a nível regional, verificou-se que o Brasil figura como líder em capacidade e geração de energia eólica e tem servido de experiência para os países da mesma região.

Palavras-chave: Energia eólica. Políticas Públicas. Brasil.

ABSTRACT

The main objective of this study is to verify the evolution of wind energy in Brazil from the 2000s. In this sense, it was proposed to investigate which factors contributed to the expansion of the electric power generation from the wind power source in Brazil, based on the regulatory, fiscal and innovation policies that involve the sector, besides external elements and challenges that influenced its development. In this view, an exploratory-descriptive research was carried out, through bibliographical and documentary researches that contributed to the proposed study. This analysis took into account the global context of the wind power source, as well as the experience of selected Latin American countries (Chile, Uruguay, Peru and Argentina), which, like Brazil, have been highlighted in the region. From the obtained results, it was observed that among the main reasons that allowed the development of the Brazilian wind sector, it is highlighted: the creation of the Incentive Program for Alternative Energy Sources (PROINFA), which represented the kickoff for the introduction of wind power in Brazil; the changes in the structure of the Brazilian Electric Sector, which enabled the implementation of a competitive system of energy trading, the auctions; the investments in technology from 2008. Despite these advances, it was verified that Brazil was not able to develop a national industry of wind technology, since its policies had as main focus the creation of market. In this sense, important gaps have been identified, such as: (i) the lack of an favorable environment to Science and Technology; (ii) a mismatch between sectoral planning and current legislation (such as energy auctions and the absence of transmission lines); (iii) the limited supply of financing for investments in wind energy. In addition, it was verified that the reduction of wind energy prices in Brazil is mainly due to the international advance of technology and the global crisis from 2008, which attracted investors to Brazil. Finally, at the regional level, it was verified that Brazil is a leader in wind energy capacity and generation and has served as an experience for the countries of the same region.

Keywords: Wind energy. Public policy. Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento no tamanho das turbinas desde 1980 e prospecções.....	26
Figura 2- Entraves regulatórios e administrativos	31
Figura 3 - Capacidade e consumo - 1980-2000	48
Figura 4 - Ambientes de contratação do setor elétrico brasileiro.....	51
Figura 5 - Agentes institucionais do setor elétrico brasileiro.....	52
Figura 6 - Tipos de leilões	62
Figura 7 - Mapa de usinas em operação e em construção - Junho/2017.....	70
Figura 8 - Localização das plantas de fornecedores de aerogeradores.....	76
Figura 9 - Complementaridade intra-anual hidrelétrica e eólica no Nordeste do Brasil	79
Figura 10 - Mapa de correlação hidroeólica	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mundo: evolução da capacidade instalada acumulada (MW) – 2001-2016	24
Gráfico 2 - Matriz de energia elétrica mundial, por fonte – ano 2014	25
Gráfico 3 - Participação da energia eólica na América Latina – capacidade instalada 2016	32
Gráfico 4 - Chile: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016	33
Gráfico 5 - Chile: oferta interna de energia – 2005 e 2016.....	34
Gráfico 6 - Uruguai: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016	35
Gráfico 7 - Uruguai: oferta interna de energia elétrica – 2005 e 2016.....	36
Gráfico 8 - Argentina: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016 ...	37
Gráfico 9 - Argentina: oferta interna de energia – 2005 e 2016.....	38
Gráfico 10 - Peru: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016.....	39
Gráfico 11 - Peru: oferta interna de energia – 2005 e 2016	39
Gráfico 12 - Brasil: participação por fonte na potência instalada - 2001 e 2015.....	54
Gráfico 13 - Brasil: oferta interna de energia elétrica – 2005	55
Gráfico 14 - Brasil: oferta interna de energia elétrica – 2016	55
Gráfico 15 - Brasil: parques eólicos – ano 2016 (MW)	56
Gráfico 16- Brasil: evolução da capacidade instalada (MW)	68
Gráfico 17 - Preço médio de contratação por leilão ¹	74
Gráfico 18 - Financiamento BNDES 2009-2016 (milhões U\$\$ investidos em eólica e representatividade em percentual do total investido em renováveis)	77
Gráfico 19 - Emissões de CO ₂ evitadas em 2016 (toneladas).....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Procedimento de coleta de dados	21
Quadro 2 - Mundo: principais políticas regulatórias para energias renováveis	28
Quadro 3 - Mundo: principais políticas fiscais para energias renováveis	29
Quadro 4 - Mundo: principais políticas de inovação para energias renováveis.....	29
Quadro 5 – Principais Políticas Regulatórias em países selecionados da América do Sul	43
Quadro 6 - Principais Políticas Fiscais em países selecionados da América do Sul.	43
Quadro 7 - Principais Políticas de Inovação em países selecionados da América do Sul	44
Quadro 8 - Principais modificações no setor elétrico brasileiro	53
Quadro 9 - Brasil: Valor de compra de energia eólica e incentivos	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mundo: capacidade instalada acumulada - TOP 10 – ano 2016.....	24
Tabela 2 - América Latina: capacidade instalada acumulada – ano 2016.....	32
Tabela 3 – Dados econômicos e técnicos das plantas.....	40
Tabela 4 - Brasil: nova capacidade instalada em 2016 (MW)	69
Tabela 5 - Projetos contratados na primeira etapa do PROINFA (2005).....	71
Tabela 6 - Brasil: contratação de energia eólica, por Estado - 2009-2015.....	73
Tabela 7 - Valor econômico correspondente à tecnologia da fonte eólica - PROINFA	73
Tabela 8 - Índices de empregos diretos, indiretos e totais ao longo do ciclo de vida da energia eólica, em empregos-ano/MW	78

LISTA DE SIGLAS

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica
ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ABRATE – Associação Brasileira das Empresas de Transmissão de Energia Elétrica
ACL – Ambiente de Contratação Livre
ACR – Ambiente de Contratação Regulada
ADME – Administración del Mercado Eléctrico
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BTU – British Thermal Unit
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COP – Conferência das Partes
EIA – Energy Information Administration
FCRmax – Fator de Capacidade de Referência Máximo.
FCRmin – Fator de Capacidade de Referência Mínimo.
FINAME – Financiamento de Máquinas e Equipamentos
FINEM – Financiamento a Empreendimentos
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
GCE – Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
GEE – Gases do Efeito Estufa
GIZ – Agência Internacional de Cooperação Alemã
GW – Gigawatt
GWEC – Global Wind Energy Council
GWh – Gigawatt hora
ICGs – Instalações de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEA – International Energy Agency
IGP-M – Índice Geral de Preços do Mercado
IPC-A – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

IRENA – International Renewable Energy Agency

KW – Kilowatt

KWh – Kilowatt hora

MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica

MCTIC – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações

MIEM – Ministerio de Industria, Energía y Minería

MINEM – Ministerio de Minas y Minería

MME – Ministério de Minas e Energia

MW – Megawatt

MWh – Megawatt-hora

ONS – Operador Nacional do Sistema

O&M – Operação e Manutenção

OECD – Organization for Economics Co-operation and Development

OSINERGMIN – Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PIB – Produto Interno Bruto

PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica

PROINFA – Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia Elétrica

REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

SEB – Setor Elétrico Brasileiro

SEEG – Sistema de Estimativa da Emissão de Gases

TGC – Tradable Green Certificates

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST – Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

UTE – Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

VE – Valor Econômico

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	OBJETIVOS	18
1.1.1.	Objetivo geral.....	18
1.1.2.	Objetivos específicos.....	19
1.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
1.2.1.	Delimitação	19
1.2.2.	Tipos de pesquisa	19
1.2.3.	Coleta e tratamento dos dados	21
2.	A ENERGIA EÓLICA NO MUNDO	23
2.1.	PANORAMA MUNDIAL	23
2.1.1.	Políticas de incentivo às fontes renováveis.....	27
2.2.	MERCADO REGIONAL: PAÍSES SELECIONADOS DA AMÉRICA DO SUL 31	
2.2.1.	Chile.....	33
2.2.2.	Uruguai.....	35
2.2.3.	Argentina.....	36
2.2.4.	Peru	38
2.3.	PAÍSES SELECIONADOS DA AMÉRICA DO SUL <i>VERSUS</i> BRASIL	40
2.3.1.	Políticas regulatórias, fiscais e de inovação.....	41
2.4.	CONSIDERAÇÕES	45
3.	ENERGIA EÓLICA NO BRASIL	47
3.1.	O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	47
3.1.1.	O Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003).....	49
3.1.2.	O Novo Modelo (2004).....	50
3.1.3.	Panorama da Energia Eólica no Brasil	53
3.2.	POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS À ENERGIA EÓLICA.....	56
3.2.1.	Políticas regulatórias	57
3.2.2.	Políticas fiscais.....	63
3.2.3.	Políticas de inovação	65
3.3.	CONSIDERAÇÕES	66
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	68

4.1.	PRINCIPAIS AVANÇOS DO SETOR EÓLICO BRASILEIRO	68
4.2.	ASPECTOS REGULATÓRIOS.....	70
4.3.	ASPECTOS ECONÔMICOS E TECNOLÓGICOS.....	73
4.4.	ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS	77
5.	CONCLUSÕES	82

REFERÊNCIAS.....	85
-------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO 1 - MAPA GLOBAL DE ENERGIA EÓLICA: CAPACIDADE INSTALADA ACUMULADA (MW)- ANO 2016.....	97
---------------------------------------------------------------------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

As fontes renováveis são alternativas promissoras para a produção de energia elétrica no mundo. O discurso ambiental em torno dos impactos negativos do uso de fontes derivadas de petróleo, como a emissão de gases do efeito estufa (GEE), tem reforçado a necessidade do uso de fontes mais limpas para a produção de energia.

Contudo, esse discurso, por si só, não tem sido suficiente para alcançar o objetivo de inserção das fontes renováveis e não convencionais de energia, para a geração de eletricidade. Isso porque, na maioria dos casos, essas fontes (eólica, solar, geotérmica, dentre outras) apresentam custos mais elevados, quando comparadas às fontes convencionais de energia. De outro modo, diferentes fatores têm contribuído para estimular a participação das fontes renováveis na oferta de energia: a busca pela diversificação da matriz elétrica, a possibilidade de desenvolvimento social, o aumento da eficiência energética, a redução da importação de energia, além de fatores como segurança no abastecimento e volatilidade de preços (TIMILSINA; KOOTEN; NARBEL, 2013).

Nesse contexto, a energia eólica tem contribuído significativamente na participação das energias renováveis para a geração de energia elétrica. Em termos mundiais, a fonte eólica tem aumentado sua participação de forma expressiva ao longo dos últimos 20 anos, com destaque na China, nos Estados Unidos e na Alemanha, que atualmente representam os três países com maior capacidade instalada no mundo (GWEC, 2017).

Na América do Sul, destacam-se Brasil, Chile, Uruguai, Argentina e Peru – países com maior representatividade em capacidade instalada – que não têm medido esforços para a promoção da energia eólica, através de políticas públicas e investimentos do setor privado.

No Brasil, a crise de racionamento no setor energético em 2001/2002 abriu espaço para mudanças e novas perspectivas no que se refere à matriz elétrica nacional. De acordo com Silva (2015), a crise de suprimento mostrou a necessidade de modificações na estrutura institucional do setor elétrico brasileiro e despertou o interesse em desenvolver um ambiente favorável à promoção das energias renováveis, entre elas a energia eólica.

Nesse sentido, dentre os esforços emergenciais do Governo Federal para compatibilizar demanda e oferta de energia elétrica destaca-se o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA). Estabelecido em 2001, pela Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), tinha como objetivo incentivar a contratação de empreendimentos de geração de energia eólica, que viabilizassem a implantação de um adicional de energia elétrica até dezembro de 2003 (BRASIL, 2001b). O Programa, no entanto, nunca foi regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e não foi capaz de atrair investimentos em projetos de energia eólica. Dentre as principais razões do seu insucesso, destaca-se o curto prazo dado aos investidores para obter os benefícios e também a ausência de uma regulamentação adequada, que esclarecesse de maneira objetiva as metas e os benefícios do Programa (NOGUEIRA, 2011). Contudo, a experiência com o PROEÓLICA despertou a necessidade de implementação de políticas públicas capazes de promover o desenvolvimento contínuo de energias renováveis no Brasil.

Tendo em vista o insucesso do programa anterior, foi criado em 2002 o Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Considerado um importante passo na busca da diversificação da matriz energética brasileira, o Programa almejava a segurança no abastecimento de energia elétrica, através da expansão da oferta de energia elétrica de fontes renováveis. Visando ampliar a atuação nesse setor, todavia sem restringir-se à energia eólica, o PROINFA criou mecanismos para incentivar a contratação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), projetos de energia eólica e biomassa de produtores independentes autônomos (pessoa jurídica ou empresas em consórcio que recebem concessão ou autorização para produção de energia elétrica) estimulando o uso de tecnologia nacional. Sua principal meta, a ser alcançada até 2022, determinada na segunda fase do Programa, é o atendimento de 10% do consumo anual de energia elétrica no país provenientes de fontes alternativas (BRASIL, 2002). Cabe destacar que o PROINFA garantiu, entre outros aspectos, preços de energia elétrica proveniente dessa fonte abaixo do mercado, assim como possibilitou a entrada de tecnologias, através de financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Além de tais programas, de acordo com Silva e outros (2013), deve-se salientar os leilões de energia eólica, que intensificaram a competitividade do setor eólico. Para se ter uma ideia, no que se refere à participação de energia eólica na potência instalada

de energia elétrica, observa-se um crescimento expressivo no ano de 2016 (6,7%) em relação ao ano de 2001 (0,03%) (ANEEL, 2017).

Diante desse cenário, observa-se que a energia eólica tem exercido um papel importante para a diversificação da matriz elétrica e mitigação das mudanças climáticas, que requerem o uso de fontes alternativas de energia, menos prejudiciais ao meio ambiente. Adicionalmente, o uso da fonte eólica contribui para a diminuição da dependência por combustíveis fósseis, aumenta a autonomia e segurança energética, melhora a economia local (oferta de empregos e investimentos), além da possibilidade de complementaridade com a hidrelétrica (KAPLAN, 2015; PEREIRA et al., 2013; OEBELS; PACCA, 2013).

Nessa perspectiva, o interesse dessa pesquisa se justifica, sobretudo, pela necessidade de uma reflexão sobre os avanços da indústria brasileira de energia eólica e a pertinência das políticas públicas nacionais nessa trajetória. Assim, este trabalho poderá contribuir para uma melhor compreensão das políticas e esforços do Governo brasileiro, com vistas ao aumento da participação da energia eólica na matriz elétrica nacional, e indicar as principais razões, desafios e as oportunidades, que estão na base da expansão da fonte eólica no país. Além disso, será possível verificar como o Brasil tem se posicionado no contexto internacional, no que se refere às suas políticas energéticas e a questão ambiental.

Dessa forma, a questão que se coloca neste trabalho consiste em: **como se deu a evolução da energia eólica no Brasil e quais fatores (políticas nacionais, elementos externos e desafios) influenciaram o desenvolvimento do setor, a partir dos anos 2000?**

Para responder este questionamento, os argumentos propostos neste estudo compreenderão: as políticas nacionais para geração e comercialização de energia elétrica proveniente da fonte eólica; a evolução da participação dessa fonte na matriz elétrica brasileira, especialmente a partir dos anos 2000; aspectos regulatórios e institucionais do setor elétrico brasileiro, com destaque para os marcos regulatórios e as configurações institucionais do setor elétrico nacional; além de aspectos de inovação (instrumentos de Pesquisa e Desenvolvimento, avanço da tecnologia para a geração de energia eólica, tendências internacionais) e socioambientais (geração de emprego e renda, redução de emissões de GEE). O estudo apresentará, ainda, uma breve contextualização de experiências adotadas em países que lideram a potência

instalada de energia eólica no mundo, como Estados Unidos, Alemanha e China, além de países selecionados da América do Sul (Argentina, Chile, Peru e Uruguai). Pretende-se, assim, evidenciar ao final da pesquisa quais fatores foram importantes para a evolução da energia eólica no Brasil, avaliar a efetividade das políticas nacionais do setor, assim como identificar desafios, e os fatores externos (internacionais) que impulsionaram o desenvolvimento do setor de energia eólica.

Assim, este trabalho está organizado em cinco capítulos, incluindo esta introdução e as conclusões. O segundo capítulo encarrega-se de apresentar uma breve contextualização da energia eólica no cenário mundial, com a função de situar essa fonte no mercado internacional. Com o intuito de enriquecer a análise, em segundo plano, destacam-se países selecionados da América do Sul (Chile, Uruguai, Argentina, Peru) que, assim como o Brasil, se destacam por seu potencial para geração de energia eólica nessa região. O capítulo seguinte aborda a estruturação do setor elétrico brasileiro e as principais políticas regulatórias, fiscais e tecnológicas que estão na base da energia eólica no Brasil. Dessa forma, busca auxiliar na compreensão do cenário nacional e identificar principais mecanismos que oferecem subsídio a essa indústria. O quarto capítulo, por seu turno, tem como função encerrar o objetivo principal dessa dissertação, trazendo uma análise que visa explicar como as políticas públicas contribuíram para o crescimento recente da energia eólica no Brasil. Dessa forma, destaca os principais instrumentos de promoção e marcos políticos que ensejaram a consolidação do setor assim como também identifica os principais entraves para a expansão do mercado nacional. Por fim, o quinto capítulo resgata os principais pontos estudados nesta.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Verificar como se deu a evolução da energia eólica no Brasil, analisando os fatores (políticas nacionais, elementos externos e desafios) que influenciaram o desenvolvimento do setor a partir dos anos 2000.

1.1.2. Objetivos específicos

A partir da definição do objetivo geral, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Levantar e analisar as principais políticas regulatórias voltadas para a produção e uso da energia eólica no Brasil;
- ✓ Levantar e analisar as principais políticas fiscais voltadas para o setor de energia eólica no Brasil;
- ✓ Levantar e analisar as principais políticas de inovação relacionadas à energia eólica no Brasil;
- ✓ Identificar e analisar os motivos que favoreceram o avanço da energia eólica a partir dos anos 2000 no Brasil;
- ✓ Identificar os principais desafios para o avanço da energia eólica no Brasil.

1.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.2.1. Delimitação

A análise sobre as políticas públicas e a expansão da energia eólica no Brasil se baseou no período a partir dos anos 2000, quando o Brasil, a exemplo de outros países do mundo, estabeleceu mecanismos visando fortalecer e diversificar a oferta interna de energia elétrica.

1.2.2. Tipos de pesquisa

Para o desenvolvimento deste estudo, optou-se por uma pesquisa exploratório-descritiva, utilizando-se de dois procedimentos para coleta de dados:

- a) Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica embasou o desenvolvimento do referencial teórico e da análise dos dados, a partir de informações coletadas em livros, teses, artigos científicos, periódicos, além de buscas na *internet*, com a finalidade de revisar a literatura nacional e internacional produzida no campo disciplinar relativo à problemática em estudo. Dessa forma, buscou-se estudos sobre a energia eólica no contexto mundial e nacional, que sistematizam os principais debates relacionados a este setor.

b) Pesquisa documental.

A pesquisa documental baseou-se em documentos dos mais variados tipos, que contribuíram para a investigação proposta, fornecendo dados para:

- ✓ apresentação do cenário brasileiro e mundial da energia eólica;
- ✓ levantamento das principais políticas públicas que regulamentam o setor no Brasil e no mundo;
- ✓ identificação dos principais desafios que estão na base do desenvolvimento do mercado nacional e internacional de energia eólica;
- ✓ levantamento de projeções para o setor.

Nessa perspectiva, no âmbito internacional foram utilizados dados disponibilizados por instituições como *Internacional Energy Agency* (IEA), *International Renewable Energy Agency* (IRENA), *Organization for Economics Co-operation and Development* (OECD), entre outros, além de legislações específicas dos órgãos governamentais dos países selecionados da América do Sul (Chile, Argentina, Uruguai e Peru).

No cenário nacional, foram utilizados dados fornecidos por instituições públicas como o Ministério de Minas e Energia - MME, a ANEEL, a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, entre outras, além de informações específicas do setor disponibilizadas por associações de classe, como a Associação Brasileira das Empresas de Transmissão de Energia Elétrica (ABRATE), a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA) e instituições afins.

1.2.3. Coleta e tratamento dos dados

No Quadro 1 consolidam-se os procedimentos de coleta e dados, para cada objetivo proposto:

Quadro 1 - Procedimento de coleta de dados

Objetivo Específico	Coleta de Dados	
	Método	Dados
Levantar e analisar as principais políticas regulatórias voltadas para o setor de energia eólica no Brasil.	Pesquisa bibliográfica e documental	- Políticas regulatórias brasileiras que envolvam a energia eólica.
Levantar e analisar as principais políticas fiscais relacionadas à energia eólica no Brasil.	Pesquisa bibliográfica e documental	- Subsídios governamentais (políticas de financiamento), histórico dos preços de energia, medidas governamentais.
Levantar e analisar as principais políticas de inovação voltadas para o setor de energia eólica no Brasil.	Pesquisa bibliográfica e documental	.- Avanços tecnológicos (modernização de partes e peças da estrutura de energia eólica), políticas de P&D (programas de pesquisa e cooperação que envolvam a energia eólica no Brasil).
Identificar e analisar os motivos que favoreceram o avanço da energia eólica a partir dos anos 2000 no Brasil.	Pesquisa bibliográfica e documental	- Fatores que desencadearam a busca pelo incremento da oferta de energia elétrica, configuração do setor elétrico.
Identificar os principais desafios para o avanço da energia eólica no Brasil.	Pesquisa bibliográfica e documental	- Entraves regulatórios, políticos e de inovação relacionados à energia eólica.

Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram selecionados e tratados, conforme os passos descritos abaixo:

- 1) Levantamento preliminar de materiais em bases de dados nacionais e internacionais, com o intuito de mapear literatura (artigos, estudos de referência) e documentos que possuam relevância para a pesquisa;
- 2) Classificação por tipos e fontes de dados: a) documental: órgãos governamentais, instituições de classe, associações, empresas privadas; b) artigos internacionais, artigos nacionais, dissertações, teses e livros;
- 3) Leitura seletiva, para a determinação do material que, de fato, seria relevante para o estudo;

- 4) Leitura analítica – leitura integral do material selecionado e a identificação dos dados chave.

De posse das informações, seguiu-se à interpretação, tendo como base o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa e a experiência acadêmica do pesquisador.

2. A ENERGIA EÓLICA NO MUNDO

Este capítulo tem como objetivo principal situar a energia eólica no contexto mundial, com base em informações do setor. Nessa trajetória, num primeiro momento apresenta-se uma perspectiva focada nos países líderes no mercado internacional de energia eólica (Estados Unidos, Alemanha, Índia, Espanha, Reino Unido, França, Canadá, Brasil e Itália), abordando as políticas públicas de incentivo às fontes renováveis e as principais barreiras envolvidas no seu desenvolvimento.

Em seguida, apresenta-se um panorama da energia eólica a nível regional, voltada para países selecionados da América do Sul (Chile, Uruguai, Argentina e Peru), que se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento no mercado mundial de energia eólica.

O estudo da energia eólica a nível mundial evidencia um importante aumento da participação dessa fonte na matriz elétrica de diversos países, ao longo dos últimos dez anos. Nesse contexto, diferentes são as motivações que têm impulsionado o desenvolvimento dessa fonte e colaborado para que a energia eólica ocupe uma posição de destaque na esfera mundial. Na América do Sul, verifica-se que mesmo que ainda incipiente, a energia eólica mostra-se capaz de incrementar a oferta de energia elétrica desses países e contribuir para a diversificação da matriz elétrica e, principalmente, para o aumento da segurança no abastecimento.

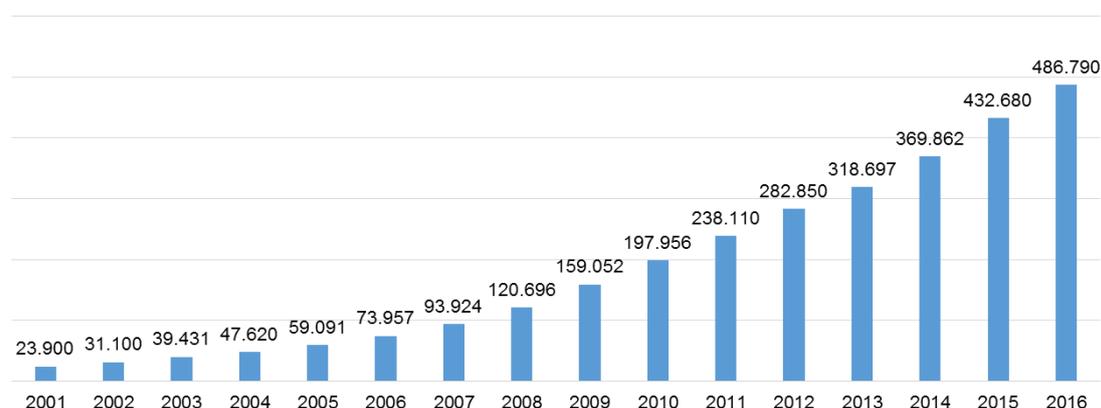
2.1. PANORAMA MUNDIAL

O aumento da demanda por energia elétrica, especialmente a partir dos anos 1970, impulsionou diversos países a buscarem novas tecnologias para a geração de energia elétrica. Essa procura motivada, também, por fatores ambientais (matriz elétrica mais “limpa”), econômicos (redução de custos) e sociais (segurança energética, universalização), oportunizou a introdução de novas fontes de energia na matriz elétrica mundial, dentre elas a energia eólica (HDIDOUAN; STAFFELL, 2017).

No cenário mundial, a energia eólica vem alcançando patamares cada vez mais expressivos no que se refere à capacidade instalada de energia. No Gráfico 1 é

possível observar a evolução da capacidade instalada de energia eólica a partir do ano 2001, momento em que o Brasil enfrentou a crise de racionamento de energia. Observa-se um aumento expressivo (aproximadamente 2000%) no período compreendido entre 2001 e 2016.

Gráfico 1 - Mundo: evolução da capacidade instalada acumulada (MW) – 2001-2016



Fonte: GWEC (2017).

De maneira complementar, na Tabela 1 (ver também Anexo I) encontra-se a relação dos países com maior capacidade instalada acumulada no mundo¹ no ano de 2016. Nota-se que a participação da China, nesse mesmo ano, correspondeu a 34,7% do total de capacidade instalada no mundo, seguida pelos Estados Unidos e Alemanha, com 16,9% e 10,3% respectivamente. O Brasil encontra-se em 9º lugar nessa relação, com uma participação equivalente a 2,2%, o que representa 6,2% da capacidade instalada de energia elétrica no Brasil (MME, 2016a).

Tabela 1 - Mundo: capacidade instalada acumulada - TOP 10 – ano 2016

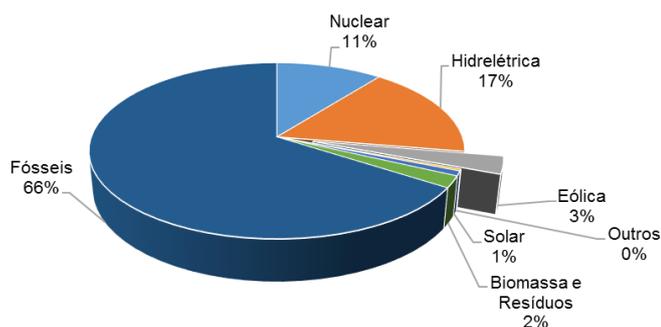
País	Potência Instalada (MW)	Participação
China	168.732	34,7%
Estados Unidos	82.184	16,9%
Alemanha	50.018	10,3%
Índia	28.700	5,9%
Espanha	23.074	4,7%
Reino Unido	14.543	3,0%
França	12.066	2,5%
Canadá	11.900	2,4%
Brasil	10.740	2,2%
Itália	9.257	1,9%
Restante do Mundo	75.576	15,5%
Total TOP 10	411.214	84,5%
Total Mundo	486.790	100,0%

Fonte: Adaptado de GWEC (2017).

¹ A participação da energia eólica no total da capacidade instalada de energia elétrica mundial passou de 1% em 2000 para 6,3% em 2016 (MME, 2017).

No que se refere à oferta interna de energia elétrica, dados mais recentes apontam que, ao final de 2014, a energia eólica representava 3% da geração de energia elétrica no mundo, conforme pode-se observar no Gráfico 2. Nota-se ainda, a participação das fontes solar, hidráulica, biomassa e resíduos, que sugere o interesse no uso de fontes renováveis de energia, para geração de energia elétrica.

Gráfico 2 - Matriz de energia elétrica mundial, por fonte – ano 2014



Fonte: EIA (2017).

Pieralli, Ritter e Odening (2015) apontam que diferentes fatores têm contribuído para o aumento da participação da energia eólica no mundo. Em países como Alemanha e Espanha, por exemplo, as políticas governamentais garantiram aos produtores de energia eólica preços acima do mercado. Isso tem impulsionado a oferta de energia proveniente da fonte eólica (NORDENSVÄRD; URBAN, 2015; PIERALLI; RITTER; ODENING, 2015).

Nos Estados Unidos, Bird e outros (2005) apontam que o crescimento da capacidade de geração da energia eólica no país atraiu importantes investimentos em projetos de energia eólica. Esse crescimento se deve a fatores políticos, particularmente àqueles voltados para a promoção de “energias verdes” e regulação do mercado elétrico, através de políticas públicas de incentivo e iniciativas privadas. Nesse sentido, destaca-se o *Clean Power Plan*, criado pela Agência de Preservação Ambiental dos Estados Unidos no ano de 2015, para regular a emissão de GEE do setor elétrico. O plano estabelece metas para a redução de emissões de GEE em até 45% até 2040, comparado com valores de 2005. As metas variam de estado para estado, de acordo com o *mix* de geração de energia elétrica (EIA, 2016).

Na China, Zhao e outros (2016) pontuam que o avanço tecnológico e os aspectos regulatórios (investimento e políticas tarifárias) contribuíram para a desverticalização do setor elétrico e introduziram a competitividade na geração de energia. Além disso,

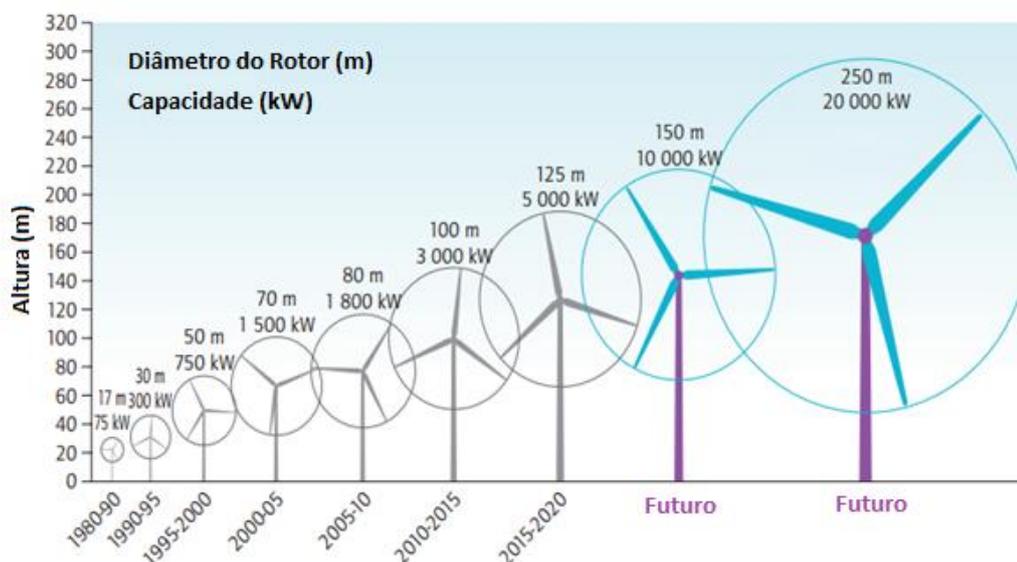
planos de metas de energia eólica foram estabelecidos, visando o aumento da capacidade instalada anual. Como resultado, a capacidade instalada do recurso eólico na China se desenvolveu rapidamente, alcançando patamares expressivos, de 98MW em 2003 para 96,37 GW em 2014 (ZHAO et al. 2016).

Corsatea, Giaccaria e Arántegui (2014) ressaltam que a combinação de políticas tecnológicas (Pesquisa e Desenvolvimento) e políticas de mercado em países da Europa tem atraído fontes de investimento público e privado e aumentado a competitividade da fonte eólica frente aos combustíveis fósseis, como petróleo e seus derivados.

Além disso, fatores ligados à produtividade das turbinas também têm favorecido a redução de custos e contribuído para a expansão do setor nessa região. Hirth e Müller (2016) destacam que uma mudança no *design* das plantas de energia eólica, com turbinas de vento com tamanho maior e maiores rotores, são capazes de gerar eletricidade mais constantemente do que as turbinas tradicionais.

Este é um dos aspectos técnicos que permite a ampliação da geração elétrica a partir do vento – dentre outros aspectos, tais como velocidade do vento, tecnologia dos geradores e componentes eletrônicos. Esse avanço tecnológico tem possibilitado um melhor aproveitamento da capacidade eólica em nível mundial. Na Figura 1 é possível observar uma evolução na tecnologia a partir dos anos 1980, com perspectivas de avanços para os próximos anos.

Figura 1 - Crescimento no tamanho das turbinas desde 1980 e prospecções



Fonte: GWEC (2016).

Jong e outros (2016) destacam que a inserção da fonte eólica, em termos de atendimento à demanda de eletricidade, supera o percentual de 20% em um grande número de regiões e países no mundo, como no sul da Austrália, Dinamarca, Portugal, Nicarágua e Espanha, onde a energia eólica atende entre 20,4% e 40% da demanda de energia elétrica.

Contudo, em uma menor escala, destacam-se outros países que têm apresentado um crescimento expressivo em capacidade instalada de energia eólica nos últimos dez anos. Na América do Sul, por exemplo, Brasil, Chile, Uruguai, Argentina e Peru têm se sobressaído no que se refere à expansão da fonte eólica. Tendo isso em vista, no item 2.2. será abordado um panorama geral desses países.

2.1.1. Políticas de incentivo às fontes renováveis

De acordo com REN21 (2016), países ao redor do mundo continuam a desenvolver medidas políticas para as energias renováveis, a fim de mitigar barreiras, atrair investimentos, promover desenvolvimento e inovação e encorajar flexibilidade na estrutura energética.

Nesse cenário, dentre os principais instrumentos utilizados para promover as energias renováveis, destacam-se as políticas regulatórias (Quadro 2), fiscais (Quadro 3) e de inovação (Quadro 4), que têm sido aderidas por um número cada vez maior de países. Em essência, esses mecanismos têm a finalidade de ampliar o consumo de eletricidade por fontes renováveis e estimular o avanço tecnológico possibilitando redução de custos da geração de energia a partir dessas fontes.

No que se refere às políticas regulatórias, Kreiss, Ehrhard e Haufe (2017) ressaltam que os leilões são um sistema promissor de suporte às energias renováveis, oferecendo um melhor controle de custos e um nível superior de eficiência. Através dos leilões exclusivos de energia, que são organizados de acordo com a tecnologia e fonte específica, é possível garantir a competição e introdução das fontes renováveis no sistema de energia elétrica.

De acordo com Marambio e Rudnick (2017) essa ferramenta tem sido aplicada com sucesso em países da América Latina, como Brasil, Peru, Colômbia, Chile e Panamá, por exemplo, economias emergentes onde há um baixo nível de competição e um mercado ainda em estágio de maturação, porém uma forte demanda de crescimento.

Quadro 2 - Mundo: principais políticas regulatórias para energias renováveis

POLÍTICAS REGULATÓRIAS	
Feed-in tariff / Feed-in Premium	Determina um preço mínimo que a concessionária irá pagar ao produtor pela energia elétrica renovável, com o intuito de atrair produtores.
Electric utility quota obligation / RPS	Política baseada em cotas, em que as concessionárias são obrigadas a contratar uma fração do total de energia vendida de fontes renováveis.
Net metering / Net billing	Sistema que possibilita abatimento de parte ou todo do consumo de energia elétrica, através de geração de eletricidade própria a partir de sistemas renováveis de geração de energia elétrica.
Tradable Green Certificates (TGC)	Certificados concedidos às empresas que produzem determinada quantidade de energia oriunda de fontes renováveis, servindo como incentivo para este tipo de produção.
Leilões	O regulador define uma quantidade de energia para ser comercializada e organiza um leilão para sua venda, de maneira que haja competição por parte dos contratantes; o critério de menor tarifa é utilizado para definir os vencedores.

Fonte: Adaptado de REN21 (2016, tradução nossa).

A tarifa *feed-in*, por sua vez, tem vantagens em termo de efetividade, pois promove um avanço mais rápido da cadeia tecnológica, uma vez que os produtores buscam gerar energia ao menor nível de custo possível (JACOBS et al., 2013). Dessa forma, apesar de não promover competitividade no preço (que é fixado pelo órgão regulador), possibilita a competição entre produtores de turbina e serviços de construção, que correspondem à maior parte do custo das fontes renováveis de energia (BUTLER; NEUHOFF, 2008).

Afshari e Friedrich (2016) ressaltam que os certificados verdes funcionam como um mecanismo para possibilitar o envolvimento do setor privado na demanda de eficiência energética, garantido uma taxa interna de retorno atrativa, através da venda dos certificados. No caso da Suécia, por exemplo, Raadal e outros (2012) afirmam que o esquema baseado nos certificados verdes tem contribuído para incentivar a produção de energias renováveis. Dessa forma, cerca de 100 TWh do total de eletricidade consumida na Suécia (cerca de 140 TWh) anualmente são cobertos pelo sistema TGC.

Darmani e outros (2016) ressaltam que o sistema de cotas e de certificados são adotados por vários países europeus, além de Índia, Estados Unidos e Austrália, como

ferramenta para estimular investimentos em eletricidade a partir de fontes renováveis de energia.

Quadro 3 - Mundo: principais políticas fiscais para energias renováveis

POLÍTICAS FISCAIS	
Subsídios de capital, financiamentos ou abatimentos	Concedidos a proprietários de projetos de energia renovável para compensar os custos de investimento inicial.
Créditos fiscais de investimento ou produção	Fornecem um desconto de imposto baseado na produção ou no investimento em projetos de energias renováveis.
Desconto	Uma redução dos impostos aplicável à compra (ou produção) de tecnologias de energias renováveis.
Pagamento por produção de energia	Incentivo para que os proprietários, os agricultores, as empresas, etc., se tornem produtores de energias renováveis ou aumentem a sua produção de energia renovável. Impõe às empresas de serviços públicos a compra de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, muitas vezes pequenas empresas locais, por um período de tempo fixo.
Investimentos públicos, empréstimos ou concessões	Apoio financeiro visando o desenvolvimento de projetos de infraestrutura através do uso de benefícios públicos, fundos, empréstimos, bem como outras opções de financiamento. Proporcionam um meio de alocar o capital necessário para a implementação de projetos de energias renováveis.

Fonte: Adaptado de REN21 (2016, tradução nossa).

As políticas fiscais são importantes para atrair investimentos para o setor de energia e viabilizar a implementação de usinas e aquisição de equipamentos. Dentre os tipos mais comuns desses instrumentos, destacam-se os financiamentos, a isenção total ou parcial de impostos e os subsídios de capital.

Quadro 4 - Mundo: principais políticas de inovação para energias renováveis

POLÍTICAS DE INOVAÇÃO	
Projetos experimentais	Instalação de parques eólicos experimentais, projetos de turbinas de pequeno e médio porte.
Transferência e/ou licenciamento de tecnologia	Acordo entre empresas estrangeiras para a produção de turbinas, licenciamento de tecnologia apoiado pelo órgão governamental, formação de <i>joint ventures</i> .
Programas de testes, padronização e certificação de qualidade	Exigência de nacionalização de tecnologia, sistema próprio de padronização e certificação.
Centros públicos de P&D especializados em fontes renováveis de energia	Criação de centros de pesquisa em parceria público-privada, criação de instituições autônomas de P&D
Programas de pesquisa, fundos públicos e outros incentivos à P&D pública e privada	Projetos de cooperação de P&D com foco em tecnologias nacionais, projetos colaborativos entre empresas estrangeiras, fundos públicos e privados destinados a P&D.

Fonte: Adaptado de Camillo (2013).

Em relação à inovação, as principais políticas para energias renováveis no mundo incluem instalações de parques e projetos experimentais, transferência e licenciamento de tecnologia, programas de testes, padronização e certificação de

qualidade, além de incentivos à Pesquisa e Desenvolvimento, conforme pode-se observar no Quadro 4.

Alvarez Herranz e outros (2017) pontuam que o processo de inovação auxilia a reduzir externalidades sociais e ambientais. Nesse sentido, investimentos privados em P&D trazem benefícios socioeconômicos e ambientais, dificilmente de serem alcançados com a intervenção pública. Dessa forma, o processo de inovação envolve tecnologias que possibilitam uma redução dos níveis de poluição e ao mesmo tempo almejam o crescimento econômico.

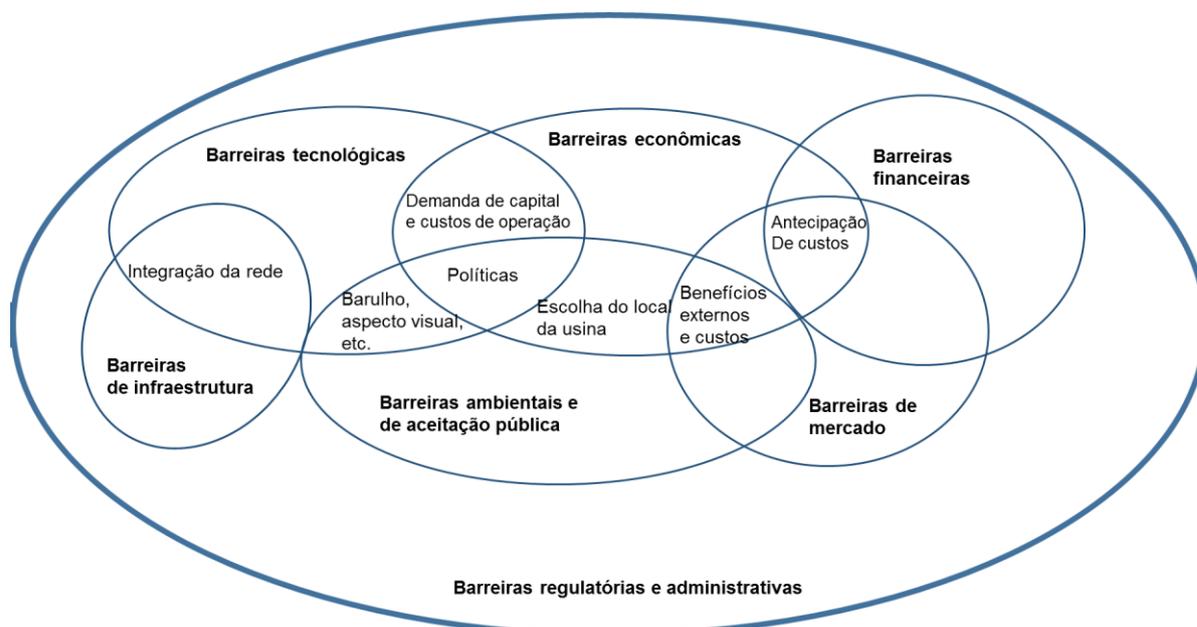
Tantau, Chinie e Carlea (2015) acrescentam que o campo das energias renováveis é caracterizado por distintas maneiras de se investir, transferir conhecimento e difundir inovações tecnológicas. A exemplo disso, empresas têm investido em políticas de inovação que envolvem cooperação em P&D e compartilhamento da Propriedade Intelectual (PI), com o intuito de potencializar os resultados através dos benefícios da inovação.

Nesta, Vona e Nicolli (2014) reiteram a importância do processo de aprendizagem e afirmam que a não apropriação do conhecimento na produção e uso de novas tecnologias tende a diminuir os esforços em pesquisa voltadas para as energias renováveis. Assim, é importante investir em um mix de políticas, com metas específicas para estimular a inovação e investimentos em pesquisa.

Apesar dos diversos instrumentos políticos visando à promoção das energias renováveis, ainda existem entraves que afetam o desenvolvimento desta indústria no mundo. De acordo com OECD (2011), as principais barreiras, caracterizadas como administrativas e regulatórias, são agrupadas em seis grupos: técnicas, econômicas, financeiras, de infraestrutura, de mercado e ambientais e de aceitação pública (Figura 2).

As principais dificuldades se relacionam à infraestrutura, como por exemplo a ausência de linhas de transmissão e dificuldade de integração da rede, à demanda de capital (investimentos públicos e privados) e à inexistência de políticas voltadas para as energias renováveis. De modo geral, essas barreiras estão diretamente envolvidas, podendo pertencer a diferentes grupos dentro do todo.

Figura 2- Entraves regulatórios e administrativos



Fonte: OECD (2011).

Fuchsand e Arentsen (2002) apontam a falta de interesse de investidores públicos e privados como uma das principais barreiras financeiras. Mondal, Kamp e Pachova (2010) acrescentam que o período longo de retorno do investimento, os custos de manutenção e construção e a ausência de tecnologia local especializada são fatores que também influenciam negativamente no desenvolvimento das energias renováveis.

Fatores relacionados à infraestrutura também estão entre as principais barreiras regulatórias e administrativas. Nesse sentido, a capacidade de conexão da rede, a ausência de linhas de transmissão, além de disfunções burocráticas (atraso na concessão de licenças para construção de usinas, por exemplo), estão entre as principais dificuldades enfrentadas por países do mundo (LEWIS; WISER, 2007; REICHE; BECHBERGER, 2004). Por fim, no âmbito regulatório, destaca-se, ainda, a ausência de políticas direcionadas para área de energia (FOXON et al. 2005).

2.2. MERCADO REGIONAL: PAÍSES SELECIONADOS DA AMÉRICA DO SUL

De acordo com Global Energy Council (GWEC, 2017), o consumo de energia elétrica tem crescido exponencialmente na América Latina nos últimos anos, fato que tem

demandado a implantação de novos projetos de geração. Entre os países e blocos dessa região, destacam-se os países da América do Sul, Brasil, Chile, Uruguai, Argentina e Peru que, unidos, correspondem a aproximadamente 94% da potência instalada de energia eólica na América Latina e a 2,8% da capacidade instalada mundial, conforme verifica-se na Tabela 2.

Tabela 2 - América Latina²: capacidade instalada acumulada – ano 2016

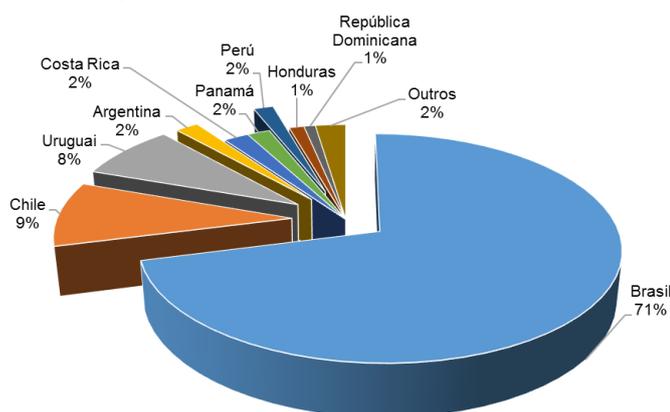
País	Potência Instalada (MW)	Participação Mundial
Brasil	10.740	2,20%
Chile	1.424	0,29%
Uruguai	1.210	0,25%
Argentina	279	0,05%
Costa Rica	298	0,06%
Panamá	270	0,05%
Peru	241	0,05%
Outros ¹	670	0,15%
Total América Latina	15.132	3,1%
Total Mundo	486.790	100%

Fonte: Adaptado de GWEC (2017).

Nota 1: Bolívia, Colômbia, Equador, Guatemala, Honduras, Nicarágua, República Dominicana e Venezuela.

No Gráfico 3 é possível observar que o Brasil ocupa a liderança em se tratando da potência instalada de energia eólica na América Latina, com um percentual de 71%, seguido do Chile, Uruguai, Argentina e Peru, dentre outros.

Gráfico 3 - Participação da energia eólica na América Latina – capacidade instalada 2016



Fonte: Elaboração própria a partir de GWEC (2017)

Com base nesse cenário, nos próximos itens será apresentado um panorama da energia eólica no Chile, Uruguai, Argentina e Peru, países selecionados da América do Sul que, assim como o Brasil, se destacam por seu potencial para geração de

² O país México, apesar de ter sido colonizado pela Espanha, é considerado parte da América do Norte pelo Global Wind Energy Council.

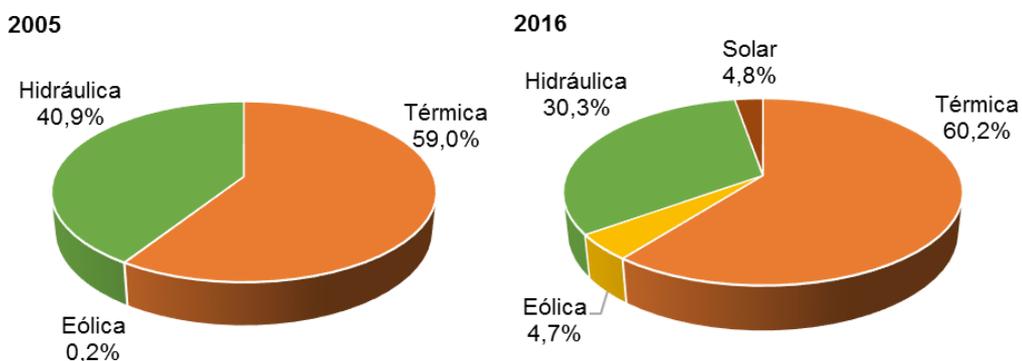
energia eólica nessa região. Com esse estudo, pretende-se contextualizar o processo de evolução da energia eólica na América do Sul como suporte ao estudo do Brasil, que será apresentado em capítulo posterior.

2.2.1. Chile

Dentre os países da América do Sul que se destacam na geração de energia eólica, inclui-se o Chile. De acordo com Watts, Osés e Pérez (2016), além de suas características geográficas e do alto potencial eólico, o país é considerado um dos mais atrativos para se investir em energias renováveis, uma vez que se constitui uma das principais economias do continente sul-americano, possui posição privilegiada no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), renda per capita e expectativa de vida, além de estabilidade política e forte regulação, que estabelecem mecanismos para atrair investimentos em fontes alternativas para geração de eletricidade.

O Chile apresenta atualmente uma potência instalada de 1030,3 MW, equivalente a 4,7% de sua capacidade instalada total – que inclui as fontes solar, térmica e hidráulica (GENERADORAS DE CHILE, 2017). Apesar disso, a inserção da energia eólica no Chile é recente.

Gráfico 4 - Chile: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016



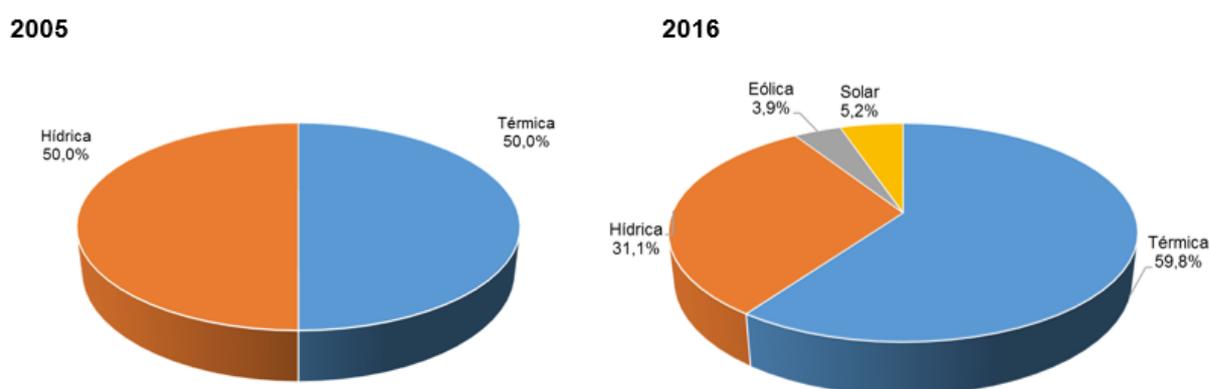
Fonte: Elaboração própria a partir de CNE/Energía (2016) e *Generadoras de Chile* (2017).

No Gráfico 4 observa-se a evolução da participação da eólica no Chile em 2016 (4,7%), em relação ao ano de 2005 (0,02%). Observa-se, nesse período, um aumento

expressivo na potência instalada de energia eólica, a entrada da fonte solar (4,8%), que já ultrapassa a fonte de energia eólica, e uma queda na participação da hidráulica, ocasionada pela escassez de chuvas.

No que se refere à geração de energia elétrica, a fonte eólica alcançou, em 2016, uma participação de 3,9% na oferta interna de energia no país, que tem nas fontes térmica e hídrica a maior parte da geração de energia elétrica. Em 2005, não houve participação da energia eólica na oferta de energia chilena, que se baseava tão somente nas fontes hídrica e térmica.

Gráfico 5 - Chile: oferta interna de energia – 2005 e 2016



Fonte: *Generadoras de Chile* (2017).

De acordo com Moreno, Mocarquer e Rudnick (2006), as modificações na estrutura energética do Chile ocorreram, principalmente, pela instabilidade da geração de energia elétrica sujeita a fatores climáticos (fluxo pluvial) e à importação de energia dos países vizinhos. Nesse sentido, os autores destacam as crises de abastecimento ocorridas entre os anos 1997 e 1999, em virtude da seca no período, e em 2004, devido a barreira econômica imposta pela Argentina (exportadora de gás natural) ao Chile, que afetaram gravemente a oferta interna de energia do país.

Com uma projeção de crescimento do consumo de energia em torno de 7% até o ano de 2020, o país tem buscado investir em fontes alternativas para geração de eletricidade, através de políticas – como, por exemplo, a Lei nº 20.257/2008, que versa sobre a geração de energia com fontes não convencionais de energia – além de incentivos fiscais e acordos/convênios internacionais (com a Alemanha, principalmente), para incrementar a oferta e aumentar a segurança no fornecimento de energia (ENERGÍA, 2012).

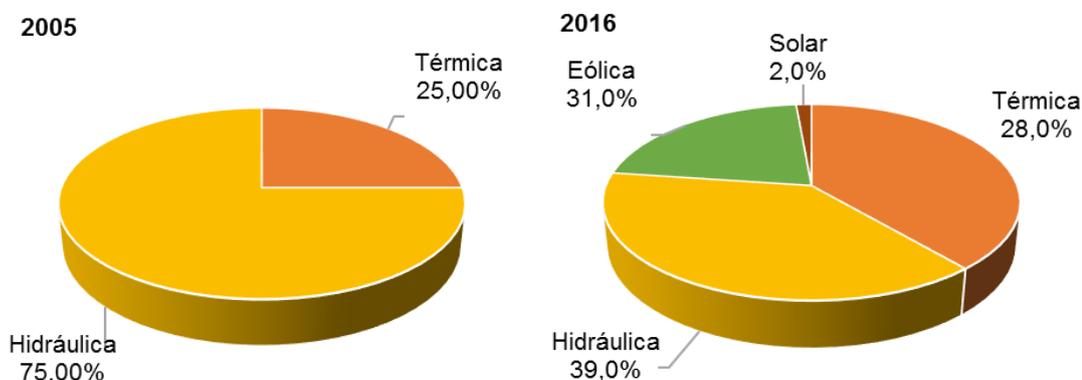
2.2.2. Uruguai

O Uruguai possui condições favoráveis para a ampliação da energia eólica. Além de suas características topográficas, destaca-se um marco normativo favorável para investimentos nessa fonte, além do compromisso político para incorporar energias renováveis na matriz de energia (URUGUAI XXI, 2017). Nesse contexto, destacam-se as políticas de incentivo tributário específico para o setor de energias renováveis (Lei de Promoção de Investimentos nº 16.906/1998 e Decreto nº 354/2009), além de outras vantagens que contribuem para atrair investimentos do setor, de acordo com ICEX (2012):

- Relação de complementariedade com a energia hidráulica;
- Mercado elétrico pequeno em relação à superfície territorial;
- Conexão com a Argentina e com o Brasil.
- Ventos constantes e previsíveis a 90m entre 7 e 9 m/s;
- Alta densidade atmosférica;
- Inexistência de subsídios para combustíveis fósseis.

Esses fatores têm contribuído para que o país avance na expansão da energia eólica e alcance números expressivos na participação dessa fonte. Atualmente, o país apresenta uma potência instalada de 1210 MW, que equivale a 31,0% de sua capacidade instalada total (MIEM, 2017a).

Gráfico 6 - Uruguai: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016

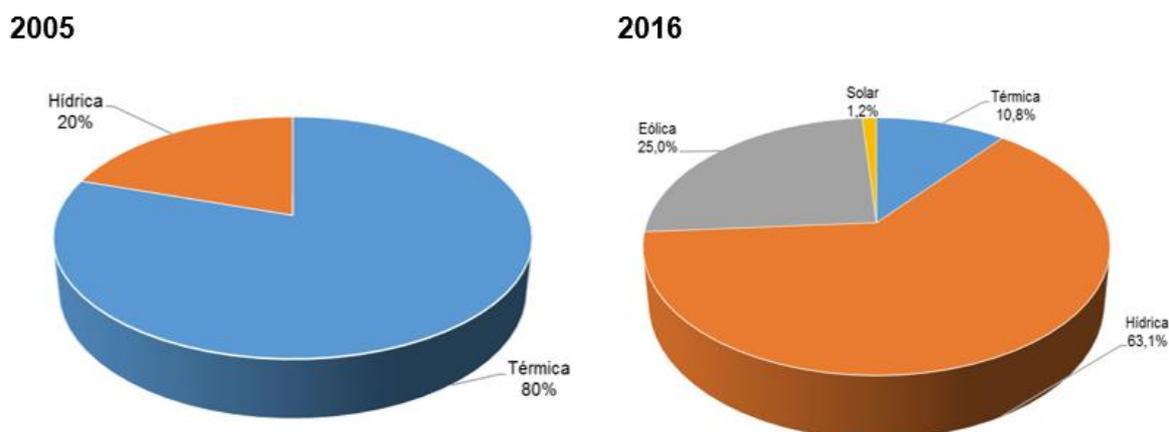


Fonte: Elaboração própria a partir de ADME (2016) e MIEM (2017a).

No Gráfico 6, observa-se que até o ano de 2005 não havia potência instalada de energia eólica. No entanto, em 2016, é possível observar que a energia eólica conquistou uma participação expressiva na capacidade instalada.

No que se refere à oferta interna de energia elétrica, a energia eólica atingiu, no ano de 2016, uma participação de 25%, entre as fontes hídrica (63,1%), térmica (10,8%) e solar (1,2%), conforme pode ser observado no Gráfico 7. No ano de 2005, no entanto, verifica-se que a fonte hídrica possuía uma participação de 20% e a matriz era predominantemente térmica.

Gráfico 7 - Uruguai: oferta interna de energia elétrica – 2005 e 2016



Fonte: Elaboração própria a partir de *Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas* (UTE, 2017).

De acordo com GWEC (2016), em 2013, pela primeira vez, o país não importou eletricidade dos países vizinhos, graças a ampliação da geração de energia elétrica a partir da fonte eólica. Essa expressividade é resultado do comprometimento uruguaio em se tornar autossustentável na geração de energia e diminuir sua dependência por combustíveis fósseis.

2.2.3. Argentina

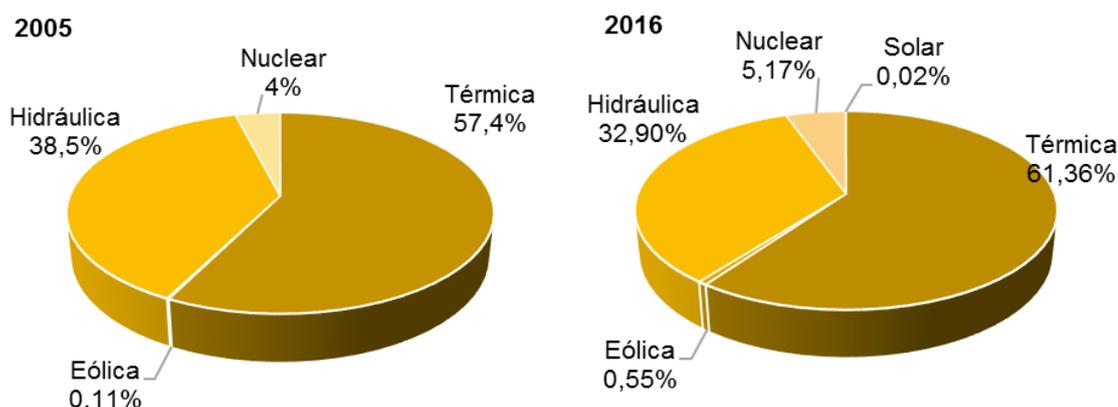
A Argentina é apontada como um dos países mais promissores para a geração de energia eólica na América do Sul. Considerado o oitavo maior país do mundo em

extensão, estima-se que 70% de sua área possui condições favoráveis para a geração de energia eólica (GWEC, 2017).

Segundo dados do *Ministerio de Minas y Minería* (MINEM, 2016a), a energia eólica corresponde atualmente a 0,3% da oferta interna de energia. Com um crescimento médio anual de 7% do Produto Interno Bruto (PIB), o país almeja expandir a oferta interna de energia proveniente das fontes eólica, solar, biomassa, e biogás para 8% até o final do ano de 2017 (atualmente este percentual está em 2%) (MINEM, 2016a).

No Gráfico 8, ilustra-se a participação por fonte na potência instalada argentina, nos anos de 2005 e 2016. Observa-se que a potência instalada é predominantemente térmica, no entanto as fontes alternativas têm ganhado espaço. Nota-se um aumento na participação da energia eólica e a entrada da solar na potência instalada.

Gráfico 8 - Argentina: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016

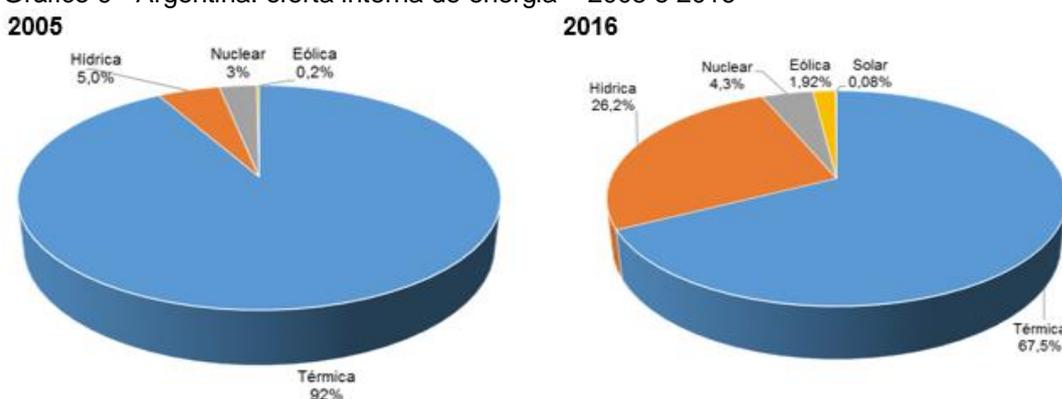


Fonte: Elaboração própria a partir de MINEM (2016a); CNEA (2017).

No que se refere à oferta interna de energia, no Gráfico 9 é possível observar que a energia térmica tem sido predominante na Argentina. Apesar disso, no ano de 2016 (em relação a 2005) é possível observar um aumento na participação das fontes renováveis, como a eólica (1,92%) e a hídrica (26,2%), e a entrada da fonte solar (0,08%).

Apesar de possuir uma legislação dedicada à promoção de energias renováveis desde 2006, o Governo argentino levou cerca de três anos para publicar detalhes da lei. Nesse sentido, a ausência de suporte político e a cautela de investidores – diante da insegurança política no setor, são destacados como barreiras que impediram o crescimento da fonte eólica no país.

Gráfico 9 - Argentina: oferta interna de energia – 2005 e 2016



Fonte: Elaboração própria a partir de MINEM (2016c); CNEA (2017).

Não obstante, com as recentes mudanças no Governo, estabeleceu-se uma meta para o uso de renováveis na matriz de energia em 8% até o final de 2017 e 20% em 2020. Para tanto, foi criado o Programa RenovAr em 2016 (Resolução nº 136/2016), que consiste em um conjunto de incentivos fiscais, inclusive de financiamento, para desenvolver esse mercado (MINEM, 2016b). Com comprometimento político e medidas voltadas para o uso de fontes renováveis de energia, espera-se que a Argentina se sobressaia na geração de energia eólica, por ser considerada o terceiro país com maior mercado de energia elétrica da América Latina (GWEC, 2017).

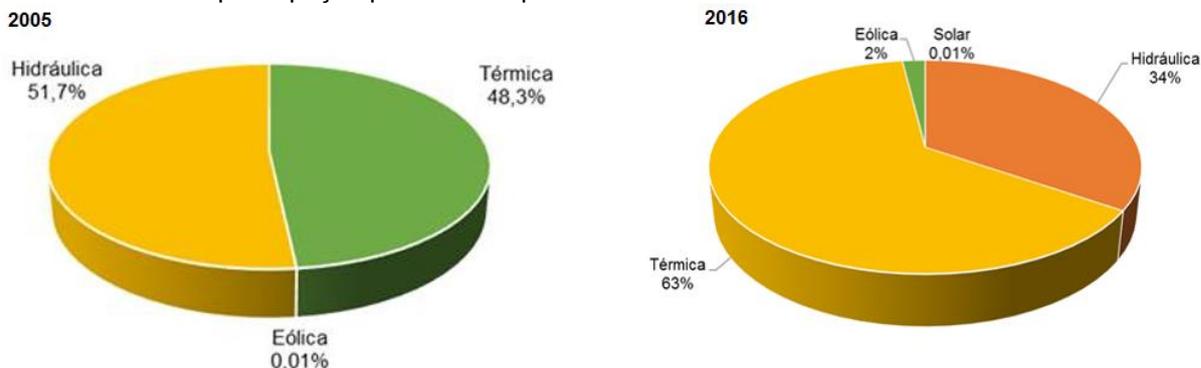
2.2.4. Peru

Assim como outros países da América do Sul, o Peru tem demonstrado interesse na promoção de energias renováveis em sua matriz de energia. Com a publicação do Decreto legislativo nº1002/2008, o País estabeleceu um plano de desenvolvimento para as renováveis, que prevê subsídios financeiros (financiamentos diretos, fundos governamentais, recursos de cooperação internacional, dentre outros), além de prioridade para o despacho de energia elétrica proveniente de fontes renováveis e prioridade de conexão ao sistema interligado nacional.

No que se refere à energia eólica, o país atualmente possui uma capacidade instalada de 241MW de energia eólica, representando aproximadamente 2% da potência instalada nacional total. Conforme pode ser observado no Gráfico 10, em 2005 havia pouca representatividade de energia eólica na potência instalada nacional. Contudo,

verifica-se um crescimento relevante em 2016 e a entrada da energia solar no mesmo ano.

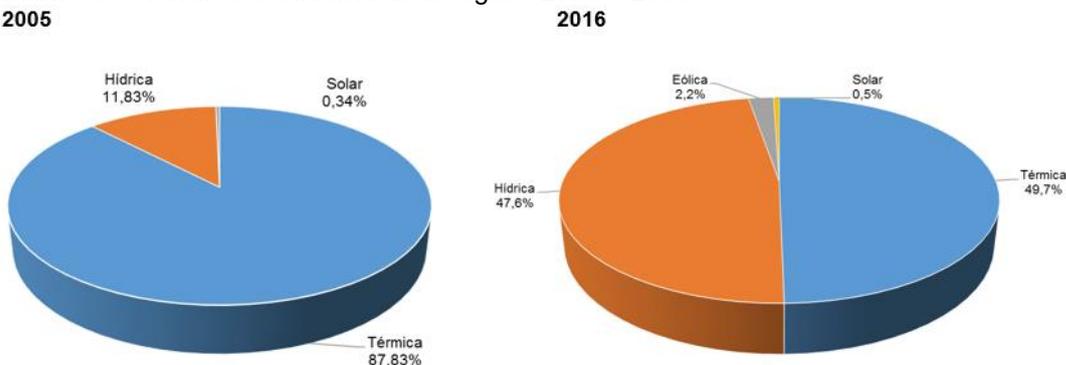
Gráfico 10 - Peru: participação por fonte na potência instalada - 2005 e 2016



Fonte: Elaboração própria a partir de MEM (2017).

Em relação à oferta interna de energia, no Gráfico 11 é possível observar a predominância da fonte térmica (87,83%) na geração de eletricidade no Peru no ano de 2005, seguida pela hídrica (11,83%) e solar (0,345). Em 2016, verifica-se uma diminuição na participação da fonte térmica (49,7%), sobretudo pelo aumento da participação da fonte hídrica (47,6%) e a entrada da fonte eólica (2,2%) no mix de geração.

Gráfico 11 - Peru: oferta interna de energia – 2005 e 2016



Fonte: Elaboração própria a partir de MEM (2005; 2016).

Para os próximos anos, o Peru almeja continuar investindo na expansão das fontes renováveis de energia, com um investimento privado no setor elétrico na ordem de US\$ 3985 milhões, entre os anos de 2016-2018. Com isso, pretende-se alcançar o percentual de 5% na geração de eletricidade proveniente de recursos renováveis, até o ano de 2018 (OSINERGMIN, 2016).

2.3. PAÍSES SELECIONADOS DA AMÉRICA DO SUL *VERSUS* BRASIL³

De acordo com IRENA (2016), a América do Sul abriga alguns dos mercados de energias renováveis mais dinâmicos do mundo. Desde 2004 o investimento em fontes renováveis de energia nessa Região tem superado o nível mundial de investimentos. Isso porque cada vez mais os países têm buscado diversificar a oferta de energia, visando principalmente a segurança no fornecimento de energia.

Nesse cenário, as políticas públicas têm um papel importante na adoção das energias renováveis pelos agentes na geração de energia. Isso porque, essas fontes geralmente apresentam um custo mais elevado em relação às fontes convencionais de energia (ver Tabela 3).

Segundo Linnerud e Holden (2015), aspectos como o custo do investimento, riscos e preço da energia estão entre as principais barreiras que influenciam no interesse nas energias renováveis. Dessa forma, é necessário, por meio de políticas regulatórias, fiscais e tecnológicas, estabelecer instrumentos que viabilizem a expansão desse setor e atraiam investimentos.

Tabela 3 – Dados econômicos e técnicos das plantas

									(continua)
Tecnologia	Capacidade e total (MW)	Fator Capacidade (%)	Custo fixo O&M (US\$/KW-ano)	Custo variável O&M (US\$/MWh)	Eficiência térmica (Btu/kWh)	Tempo de construção (anos)	Vida útil (anos)	Custo de investimento (US\$/KW)	
Combustão de carvão pulverizado - carvão nacional	600	40	28	4,7	10350	4	35	2100	
Combustão de carvão pulverizado - carvão importado	600	50	28	7,0	9200	4	35	2100	
Gás natural - ciclo aberto	250	40	12	4,0	10800	2	20	850	
Gás natural - ciclo combinado	500	60	18	2,3	8800	3	20	1200	
Nuclear - G III	1000	85	92	0,6	10500	6	40	3500	
Biomassa reaproveitamento	100	67	10	14,0	9450	2	20	1500	
Biomassa	100	67	65	7,0	9800	2	20	1900	
Biogás	30	50	169	–	13650	2	20	2400	
Eólica - <i>onshore</i>	50	30	31	–	–	2	20	2500	
Eólica - <i>offshore</i>	100	30	87	–	–	3	20	3500	

³ Uma análise mais detalhada do Brasil, objeto de estudo dessa pesquisa, será realizada no capítulo posterior.

(continuação)								
Solar fotovoltaica	100	40	12	–	–	2	20	5900
Solar CSP	5	20	58	–	–	3	20	4800
Hidroeletricidade (larga escala)	1000	50	29	–	–	6	50	1800
Hidroeletricidade (média)	300	55	29	–	–	3	50	2100
Pequenas centrais hidrelétricas	30	50	29	–	–	2	50	2600
Transmissão	1000	–	23	5,0	–	1	25	1500

Nota: O&M – Operação e Manutenção

Fonte: EIA/DOE, IEA, EPE, apud Pereira Júnior e outros (2013, p. 53).

Nesse sentido, no item a seguir serão abordadas as principais políticas públicas estabelecidas pelos países selecionados da América do Sul, com o intuito de verificar como o Brasil se coloca em relação ao demais. Dessa forma, será possível identificar as principais similaridades entre esses países e identificar possíveis contribuições para o Brasil, com base em experiências internacionais nessa Região.

2.3.1. Políticas regulatórias, fiscais e de inovação

As políticas regulatórias de incentivo às fontes renováveis de energia mais praticadas no mundo (item 2.1.1.) contemplam os sistemas de tarifas fixadas (*feed-in*), cotas e leilões, para a comercialização de energia. Nos países europeus (como, por exemplo, Alemanha, Dinamarca e Espanha), as energias renováveis têm se desenvolvido desde a década de 1980 e essas políticas têm sido implementadas desde os anos 1990.

No caso dos países sul-americanos, deve-se considerar que o desenvolvimento das energias renováveis ocorreu em um momento posterior, a partir dos anos 2000, momento em que – no contexto mundial – havia uma forte discussão sobre os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis e do papel das energias renováveis para uma matriz elétrica mais limpa.

Assim como no Brasil, Peru, Uruguai, Argentina e Chile também adotaram um sistema de comercialização de energia baseado nos leilões. No Peru, o sistema começou a operar a partir de 2009, com certames específicos para as energias renováveis, que

incluem a biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, eólica e solar, a partir das quais estima-se uma geração de energia de 1.981 GWh por ano (MEM, 2017). O Uruguai também instaurou um sistema de leilões a partir de 2010, visando alcançar uma meta de 300 MW instalados de energia eólica, 200MW de biomassa e 50MW de pequenas centrais hidrelétricas, até 2015, meta que foi alcançada (MIEM, 2017b).

Na Argentina, foi implementado um sistema de tarifa *feed-in* em 2006, com a promulgação da Lei nº 26.190/2006, que trata do Regime Nacional de Apoio às Fontes Renováveis para a Geração Elétrica. Em 2009, o Governo argentino implementou o Programa “Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis”, que se tratava de leilões para criação de 1.015 MW de potência instalada, divididos entre as fontes eólica, térmica a biocombustíveis, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, geotérmica, solar (térmica e fotovoltaica) e biogás (SAUMA, 2012). Esse programa assemelha-se ao PROINFA, implementado no Brasil em 2004, que tinha como premissa a implementação de 3300 MW de capacidade instalada, dividida entre as fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas.

No caso do Chile, mudanças na Lei Geral de Serviços Elétricos (DFL1/1982) possibilitaram a incorporação de vantagens para as fontes não convencionais de energia, abrindo mercado para os pequenos produtores de energia (menores de 9MW) e garantindo acesso à rede de distribuição. Nesse sentido, as modificações garantiram a isenção de pedágio para transmissão das fontes não convencionais de energia, sendo total para empreendimentos até 9MW e parcial para aqueles entre 9MW e 20MW. Além dessas modificações, um marco importante da legislação chilena veio em 2008, com a promulgação da Lei de Energias Renováveis não Convencionais (Lei nº 20.257/2008), criada a partir da necessidade de um impulso para o setor. A Lei estabeleceu, dentre outros aspectos, um sistema de cotas que obriga empresas com capacidade instalada superior a 200 MW a contratar 5%⁴ da energia dos sistemas elétricos provenientes de fontes não convencionais de energia.

No Quadro 5 é possível observar as principais políticas regulatórias que envolvem os países selecionados da América do Sul.

⁴ A Lei fixou um mínimo de 5% que gradualmente deveria alcançar 10% até o ano 2024. A Lei nº 20.698/2013 alterou esse percentual, fixando o mínimo de 5% até 2013, com aumento de 1% ao ano de 2014 até 2020, de 1,5% ao ano a partir de 2021 até 2024, e de 2% em 2025, visando alcançar 20% no final deste período.

Quadro 5 – Principais Políticas Regulatórias em países selecionados da América do Sul

Principais Políticas Regulatórias	
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tarifa Feed-in</i>: Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia - Lei nº 10.438/2002 / Decreto nº 5.025/2004. • Leilões de Energia Elétrica: Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro - Lei nº 10.848/2004.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Modificações na Lei Geral de Serviços Elétricos: Decreto nº 244/2006 – Geração não convencional de energia, pequenos produtores. • Sistema de Cotas: Lei nº 20.257/2008 – estabeleceu que os geradores com capacidade acima de 200 MW devem comercializar no mínimo 5% da energia proveniente de fontes renováveis não convencionais. • <i>Net Metering</i>: Lei 20.571/2012 – propõe a compensação da energia particular inserida no sistema através do pagamento do preço net de energia, contemplando instalações até 300 KW. • Leilões de Energia: Lei de Licitações nº 20.805/2015.
Uruguai	<ul style="list-style-type: none"> • Leilões de Energia: Decreto nº 403/2009 – estabelece contratos de compra e venda de energia através de procedimento competitivo.
Peru	<ul style="list-style-type: none"> • Leilões de Energia: Decreto nº 52/2007 – estabelece normas para assegurar o abastecimento de energia elétrica e promover investimentos através da competição na geração de energia.
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tarifa Feed-in</i>: Lei nº 26.190/2006 – Regime Nacional de Apoio às Fontes Renováveis para a Geração Elétrica. Estabeleceu que no prazo de dez anos 8% do consumo elétrico deve ser abastecido por fontes de energias renováveis. • Leilões de Energia: Decreto nº 562/2009 - Programa Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis propõe a criação de 1.015 MW de potência instalada, divididos entre as fontes eólica, térmica a biocombustíveis, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, geotérmica, solar (térmica e fotovoltaica) e biogás.

Fonte: Elaboração própria.

De modo geral, apesar das diferenças na matriz de energia elétrica dos países selecionados (Item 2.2.), todos se assemelham pelo estabelecimento de leilões para comercialização de energia elétrica, além de possuírem arcabouço legal direcionada às fontes de energia renováveis. Observa-se que, dentre esses países, o Brasil foi pioneiro ao aderir a tarifa *Feed-in*, na primeira etapa do PROINFA, e ao estabelecer um sistema baseado em leilões de energia.

No que diz respeito às políticas fiscais, no Quadro 6 é possível verificar que todos os países possuem instrumentos de financiamento para projetos de energias renováveis, que incluem a fonte eólica, assim como outros instrumentos que incentivam a expansão do setor.

Quadro 6 - Principais Políticas Fiscais em países selecionados da América do Sul

(continua)

Principais Políticas Fiscais	
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Isenção de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS). • Isenção de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). • Desconto na Tarifa de uso do sistema de transmissão/distribuição (TUST/TUSD).

(continuação)

	<ul style="list-style-type: none"> • Isenção na Geração Distribuída. • Programa “Mais Alimentos”, vinculado ao Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). • Menores juros de empréstimo junto ao BNDES (FINEM e FINAME).
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Isenção parcial ou total na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão/Distribuição: Lei nº 19.940/2004. • Financiamento: créditos para investimento em energias renováveis através de linhas de financiamento de US\$ 5 milhões a US\$ 20 milhões.
Uruguai	<ul style="list-style-type: none"> • Isenção de Imposto para equipamentos de geração de energia (torres, aerogerador, caixa de comando, inversor de corrente) – Resolução DGI nº 67/2002. • Desconto na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão/Distribuição • Despacho preferencial na rede. • Financiamento: créditos para investimento em energias renováveis através de linhas de financiamento
Peru	<ul style="list-style-type: none"> • Amortização acelerada aplicada a equipamentos, instalações, operação e manutenção de centrais de energias renováveis. • Despacho preferencial na rede • Isenção de Imposto para equipamentos de geração de energia • Financiamento: créditos para investimento em energias renováveis através de linhas de financiamento.
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Isenção de Imposto para equipamentos de geração de energia. • Amortização acelerada de equipamentos e instalações de centrais de energias renováveis. • Financiamento: créditos para investimento em energias renováveis através do Programa RenovAr que disponibiliza um pacote de incentivos fiscais para o investimento privado em fontes renováveis de energia - Resolução nº 136/2016.

Fonte: Elaboração própria.

No que tange às políticas de inovação, o Brasil não possui políticas deliberadas que estimulem aprendizagem e internalização da tecnologia do setor eólico, porém apoia P&D através do MCTIC e agências de fomento. Um aspecto importante refere-se aos acordos de cooperação internacional firmados com outros países, com o intuito de desenvolver estudos na área de energias renováveis, tecnologia e eficiência energética (ver Quadro 7).

Quadro 7 - Principais Políticas de Inovação em países selecionados da América do Sul

(continua)

	Políticas Tecnológicas / Aspectos de Inovação
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Os investimentos em P&D na área de energia eólica no Brasil são provenientes principalmente do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações (MCTIC), através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), e da ANEEL.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação entre Chile e Alemanha para as energias renováveis e eficiência energética (Decreto nº 267/2008, Decreto nº 84/2009, Decreto nº 59/2010, Decreto nº 58/2010). • Programa de preinvestimentos: subsídios em estudos preliminares em energias renováveis não convencionais.

(continuação)

	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de preinvestimentos: subsídios em estudos avançados em energias renováveis não convencionais em parceria com Alemanha.
Uruguai	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação com Uruguai, Argentina, Japão e Estados Unidos para as energias renováveis e eficiência energética.
Peru	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação entre Peru e Argentina, Japão para as energias renováveis e eficiência energética.
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação entre Argentina e Alemanha, China para as energias renováveis e eficiência energética. • Centros de pesquisa em convênio com Espanha.

Fonte: Elaboração própria.

2.4. CONSIDERAÇÕES

Conforme visto anteriormente, diferentes são as razões que têm colaborado para a expansão da fonte eólica no mundo. Destacam-se, nesse sentido:

- fatores ambientais: a necessidade de redução da emissão de gases do efeito estufa a partir de uma matriz energética mais limpa;
- necessidade de diversificação da matriz elétrica: a busca por fontes alternativas que incrementem a oferta de energia e ao mesmo tempo contribua para a diminuição da dependência por combustíveis fósseis;
- a busca por autonomia energética: a inserção de novas fontes de energia tem possibilitado a diminuição de importações de energia, principalmente em países da América do Sul;
- fatores econômicos: redução de custos, exploração do potencial energético nacional;
- aspectos sociais: busca pela segurança no abastecimento e universalização.

Visando alcançar esses objetivos, países têm buscado desenvolver um arcabouço legal, capaz de atrair investimentos para o setor e viabilizar a expansão de fontes alternativas não convencionais, como a energia eólica. De acordo com REN 21(2016), o interesse nas políticas voltadas para as energias renováveis se intensificou, como resultado de um esforço global para mitigar os efeitos da mudança climática.

Especialmente após a 21ª Conferência das Partes (COP21)⁵, ocorrida no ano de 2015 em Paris, o número de países com políticas públicas de suporte às renováveis atingiu 146, e pelo menos 173 definiram metas envolvendo as energias renováveis.

No Brasil não tem sido diferente. Mudanças na estrutura do setor elétrico, aliadas à implementação de políticas públicas, foram importantes para atrair investimentos e expandir a geração de energia elétrica. Tendo isso em consideração, no próximo capítulo serão abordadas as principais alterações no setor elétrico brasileiro até o modelo atual, será apresentado um panorama do setor eólico e as principais políticas públicas que possibilitaram / incentivaram a expansão desse setor.

⁵ A COP21 busca alcançar um novo acordo internacional sobre o clima, aplicável a todos os países, com o objetivo de manter o aquecimento global abaixo dos 2°C (REN21, 2016).

3. ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

Este capítulo tem como objetivo principal situar a energia eólica no contexto brasileiro, a partir de informações inerentes ao setor elétrico. Com esse intuito, são destacadas as principais mudanças ocorridas no Setor Elétrico Brasileiro desde o modelo antigo (até 1995) ao modelo vigente (2004), que foram importantes para a configuração que se tem hoje na indústria de energia eólica.

Adicionalmente, apresenta-se um panorama da energia eólica, com dados relativos à sua participação em capacidade instalada e na oferta interna de energia e sua evolução a partir dos anos 2000, que levou o Brasil a figurar entre os dez principais países em capacidade instalada de energia eólica.

Por fim, são levantadas as principais políticas públicas brasileiras que envolvem o setor de energias renováveis e exercem influência sobre o mercado de energia eólica. Conforme visto em outros países do mundo, as políticas públicas são fundamentais para atrair investimentos e promover a expansão das fontes renováveis de energia, pois são capazes de estimular a indústria tecnológica, diminuir os riscos de investimento (assegurando contratação de energia em contratos de longo prazo, por exemplo), dentre outros aspectos.

As principais análises e reflexões serão trazidas no capítulo quatro, que se encarregará de apresentar resultados e discussões.

3.1. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

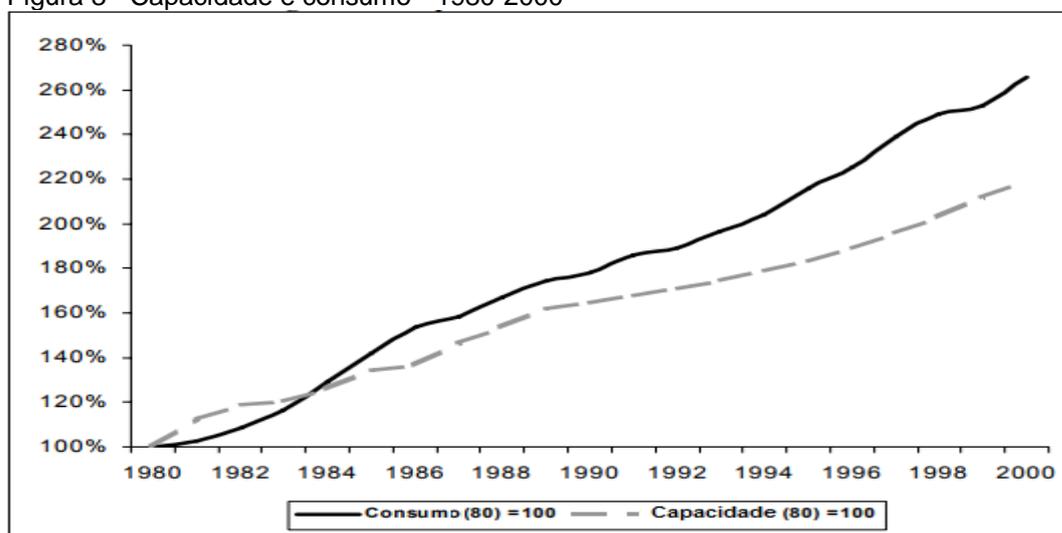
A primeira regulamentação dos serviços e da indústria de energia elétrica do país se deu a partir da promulgação do Código das Águas, em 1934, criado pelo Ministério da Agricultura. Até então, os serviços de energia elétrica eram fornecidos por empresas privadas, sem interferência direta ou fiscalização por parte do Governo. Como consequência do Código das Águas, a União passou a ser o único poder concedente e estabeleceu uma política de regulação tarifária, com preço fixado de acordo com os custos de operação e histórico de investimentos (CUBEROS, 2008).

Contudo, a crise energética no período pós 2ª Guerra Mundial, especialmente a partir da década de 1950, estimulou uma intervenção do Governo com vistas à ampliação da capacidade instalada e da malha de transmissão de energia. O aumento da capacidade instalada de energia elétrica atingiu o seu ápice entre as décadas de 1960 e 1980, com o início das maiores obras de geração hidrelétrica do país⁶.

Nesse momento, o setor elétrico brasileiro era constituído por empresas verticalizadas, predominantemente estatais, e as fontes de investimentos eram provenientes de investimentos públicos.

A partir dos anos 1990, com a indisponibilidade financeira do setor público para investimentos no setor elétrico, aliado ao congelamento tarifário e alto grau de endividamento, deu-se início à privatização do setor elétrico (CAMPOS, 2016). Nesta ocasião, o consumo de energia evoluía continuamente, ao passo que a capacidade instalada não acompanhava o mesmo ritmo (Figura 3), demandando uma política mais eficaz, que assegurasse o investimento necessário para expansão da oferta de energia.

Figura 3 - Capacidade e consumo - 1980-2000



Fonte: SILVA (2006).

⁶ “Neste contexto, destaca-se as hidrelétricas Luís Carlos Barreto de Carvalho – Estreito no rio Grande (1050 MW - início da operação em 1969), de Furnas no rio Grande (1216 MW - início da operação em 1963), de Marimbondo também no rio Grande (1440 MW - início da operação em 1977), de Ilha Solteira no rio Paraná (1722 MW - início da operação em 1978), de Itumbiara no rio Paranaíba (1140 MW - início da operação em 1981), de Salto Osório no rio Iguaçu (1078 MW - início da operação em 1975), de Foz do Areia no rio Iguaçu (1676 MW - início da operação em 1980), de Água Vermelha no rio Grande (1393 MW - início da operação em 1979), de Salto Santiago no rio Iguaçu (1420 MW - início da operação em 1980), de Sobradinho no rio São Francisco (1050 MW - início da operação em 1982), além de Itaipú no rio Paraná que foi inaugurada em 1982 com capacidade instalada de 6300 MW (lado brasileiro)” (MORETTO et al., 2012, p. 148).

A reestruturação do setor elétrico brasileiro, face às limitações do modelo antigo, deu origem a duas novas estruturas, conhecidas como o Modelo de Livre Mercado e o Novo Modelo do setor elétrico brasileiro (CCEE, 2016). Esses dois modelos foram muito importantes para a evolução do setor elétrico, sobretudo por criarem um mercado livre de contratação, possibilitarem a competição de mercado na geração e comercialização, através da desverticalização do setor e atraírem investimentos privados, com políticas de incentivo. Diante do exposto, nos itens a seguir serão abordados os modelos mais recentes do setor elétrico brasileiro mais detalhadamente.

3.1.1. O Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)

O Novo Modelo do Setor Elétrico alterou substantivamente o funcionamento da regulação vigente até então. O setor elétrico foi desverticalizado e suas atividades foram subdivididas em geração, transmissão, distribuição e comercialização.

Um aspecto importante se refere à inserção de um novo agente no mercado, o Comercializador de Energia, que poderia adquirir e comercializar energia, sem necessariamente ter um empreendimento de geração ou de consumo, atuando como intermediário, reduzindo custos de transação e estimulando a competitividade do setor.

Além disso, inclui-se a figura do Consumidor Livre, caracterizado por uma demanda de contratação acima de 3MW, podendo firmar contratos de compra e venda com preços acordados diretamente com as distribuidoras de energia elétrica, com registro e homologação do contrato no Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE.

Destaca-se, também, a criação do Produtor Independente de Energia, pessoa jurídica ou consórcio de empresas, com permissão para produzir energia elétrica, em escalas menores, próximo aos centros consumidores. A criação dessa figura ampliou a concorrência no mercado geração, uma vez que possibilitou a entrada de empresa de menor porte nesse setor.

Ressalta-se, ainda, a criação do Operador Nacional do Sistema – ONS, entidade responsável pela programação, operação e despacho de energia elétrica no Sistema

Interligado Nacional – SIN, e o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão – CCPE, com a função de planejar a expansão do setor elétrico.

Ademais, salienta-se a constituição da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, responsável pela regulação e fiscalização das atividades do setor elétrico e pelas outorgas de concessão, autorizações, ou permissões de novas instalações ou serviços de energia elétrica, além de garantir modicidade tarifária, estimular a competição e a eficiência energética (TOLMASQUIM, 2015).

O Modelo de Livre Mercado, no entanto, não foi capaz de estabelecer mecanismos eficazes para atrair investimentos públicos para a geração de energia, fato que desencadeou o racionamento de energia em 2001/2002.

Bardelin (2004) afirma que a principal causa do racionamento de energia elétrica no Brasil foi a insuficiência da oferta de energia para suprir o consumo. As tentativas do Governo para aumentar a capacidade de geração térmica, através de subsídios do BNDES, previam a construção de 49 usinas termelétricas até o ano de 2003, incrementando 15.000 MW na capacidade de geração de energia elétrica no país. Entretanto, as medidas adotadas pelo Governo brasileiro não atraíram os investimentos esperados, por conta da variação do preço do gás natural, da flutuação do câmbio no mercado internacional e dos preços de energia elétrica, fixados em moeda nacional (BARDELIN, 2004).

Assim, o déficit na oferta de energia elétrica no Brasil culminou no racionamento de energia, na tentativa de se conter o consumo. A falta de planejamento adequado do Governo para a expansão da geração, aliada à ausência de investimentos, foram fatores predominantes no desencadeamento do racionamento de energia, e requereram a revisão do modelo do setor elétrico então vigente.

3.1.2. O Novo Modelo (2004)

Conforme visto anteriormente, a crise de abastecimento de energia elétrica em 2001/2002 impulsionou mais mudanças estruturais no setor elétrico brasileiro. Após a posse do presidente Luiz Inácio (Lula) da Silva, em 2003, foi criado um Grupo de

Trabalho, através da Portaria MME nº 45/2003, formado por técnicos da área, para estudar uma nova modelagem para o setor elétrico (BRASIL, 2004e). Em julho do mesmo ano foi apresentado pelo Ministério de Minas e Energia – MME a “Proposta Institucional do Setor Elétrico”, implementado através da Medida Provisória nº 144/2003, convertida na Lei nº 10.848/2004 (BRASIL, 2004a).

Dentre as principais mudanças propostas pelo Novo Modelo do Setor Elétrico, destaca-se a criação do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e do Ambiente de Contratação Livre (ACL). No ACR a tarifa de energia elétrica é regulada e a contratação de energia é administrada pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica⁷ (CCEE). No ACL os contratos são de livre negociação entre as partes (TOLMASQUIM, 2015).

Figura 4 - Ambientes de contratação do setor elétrico brasileiro

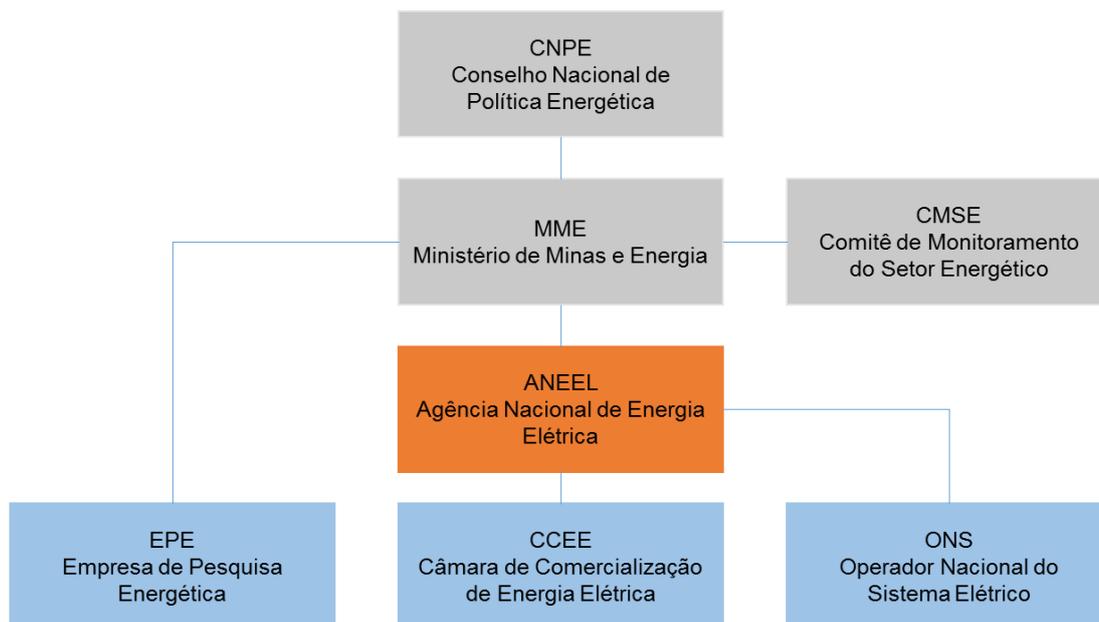


Fonte: CCEE (2016).

Nesta nova configuração do setor elétrico, há uma retomada do planejamento setorial, com a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a contratação regulada de energia por meio dos leilões, com vistas ao alcance da modicidade tarifária. Em termos institucionais, destaca-se ainda a outorga do exercício do poder concedente ao Ministério de Minas e Energia, e uma atuação mais efetiva da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, como reguladora do setor; e do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, como responsável pela operação das instalações de geração e transmissão nos sistemas interligados brasileiros (CCEE, 2016). Na Figura 5 observa-se a estrutura institucional atual do setor elétrico brasileiro.

⁷Organização sucessora do Mercado Atacadista de Energia – MAE.

Figura 5 - Agentes institucionais do setor elétrico brasileiro



■ Atividades de Governo ■ Atividades Regulatórias ■ Atividades Especiais

Fonte: Tolmasquim (2015).

De modo geral, o Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro primou pela retomada dos programas de universalização, segurança jurídica e estabilidade regulatória, modicidade tarifária e expansão das fontes alternativas de energia (TOLMASQUIM, 2015).

No Quadro 8 é possível observar as principais mudanças no Setor Elétrico Brasileiro desde o Modelo Antigo até o Modelo vigente. Destaca-se, no Modelo de Livre Mercado, a entrada de investimentos privados, a desverticalização do setor, com a divisão das atividades em geração, transmissão, distribuição e comercialização, e a abertura da competição na geração e comercialização de energia.

Com a implantação do Novo Modelo, em 2004, mudanças importantes ocorreram com a criação do Ambiente de Contratação Livre, onde os preços podem ser livremente negociados na geração e comercialização, e do Ambiente de Contratação Regulada, onde o critério para determinação do preço é a menor tarifa (através de leilão e licitação).

Quadro 8 - Principais modificações no setor elétrico brasileiro

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995-2003)	O Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras

Fonte: CCEE (2016).

A criação dos leilões foi importante, sobretudo por possibilitar um aumento da competitividade de fontes renováveis não convencionais de energia diante das demais. Nesse sentido, a organização de certames exclusivos para a energia eólica, por exemplo, impulsionou os investimentos no setor, sendo crucial para que a energia eólica se estabelecesse na matriz elétrica brasileira.

3.1.3. Panorama da Energia Eólica no Brasil

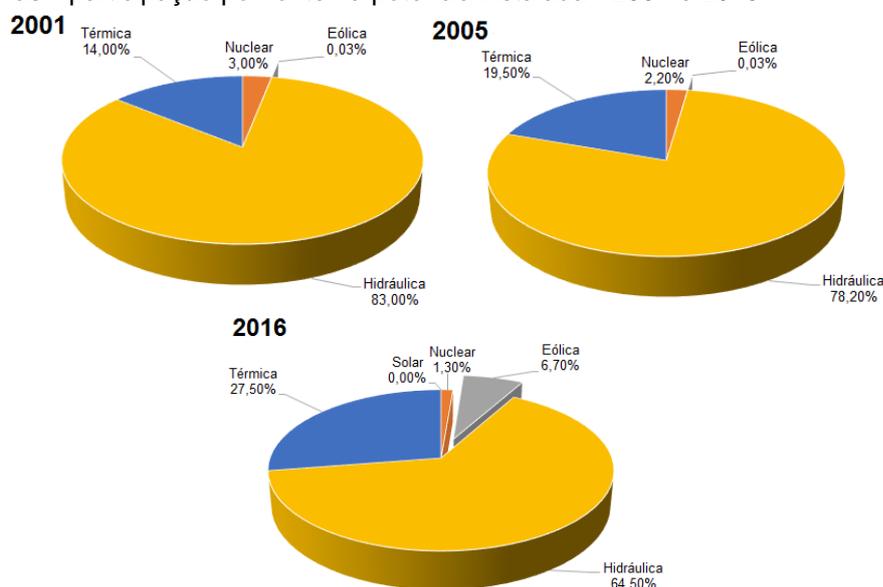
No Brasil, as usinas hidrelétricas têm sido as principais fontes geradoras de eletricidade. Contudo, a escassez hídrica tem comprometido a geração de energia

elétrica a partir dessa fonte, e forçado a busca pela ampliação da produção de energia elétrica, sem se limitar às grandes centrais hidrelétricas.

Nesse cenário, as energias alternativas têm ganhado espaço, uma vez que ao mesmo tempo em que possibilitam um incremento na oferta interna de energia, promovem a diversificação da matriz elétrica e contribuem para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa. Dentre essas fontes, destaca-se, no Brasil, a energia eólica, que tem apresentado um aumento expressivo em sua capacidade instalada nos últimos anos, especialmente a partir dos anos 2000. A partir de 2009, verifica-se uma tendência maior de aumento na capacidade instalada, possivelmente impulsionada pelos leilões de energia. Estima-se atingir, ao final de 2019, 18,48 GW de capacidade em potência instalada (ABEEÓLICA, 2016).

No Gráfico 12 é possível verificar um comparativo entre os anos de 2001, 2005 e 2016, no que se refere à participação da energia eólica na capacidade instalada nacional. Nota-se que nos anos de 2001 e 2005, a energia eólica apresentava uma participação de 0,03%, enquanto em 2016 essa participação representou 6,7% da potência instalada total.

Gráfico 12 - Brasil: participação por fonte na potência instalada - 2001 e 2015

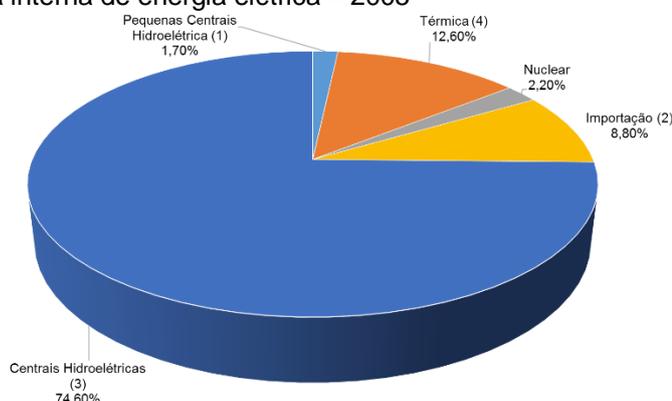


Fonte: ANEEL (2006; 2017a)

Esse cenário indica que a energia eólica tem se consolidado como um dos principais componentes para a expansão da matriz de energia elétrica no Brasil.

Quanto à participação na oferta interna de energia elétrica, verifica-se, no Gráfico 13, que em 2005 não houve participação dessa fonte na matriz de energia elétrica brasileira, que apresentava forte participação da fonte hídrica.

Gráfico 13 - Brasil: oferta interna de energia elétrica – 2005



Fonte: EPE (2006).

Nota 1: Pequenas centrais hidroelétricas são aquelas com potência igual ou inferior a 30 MW.

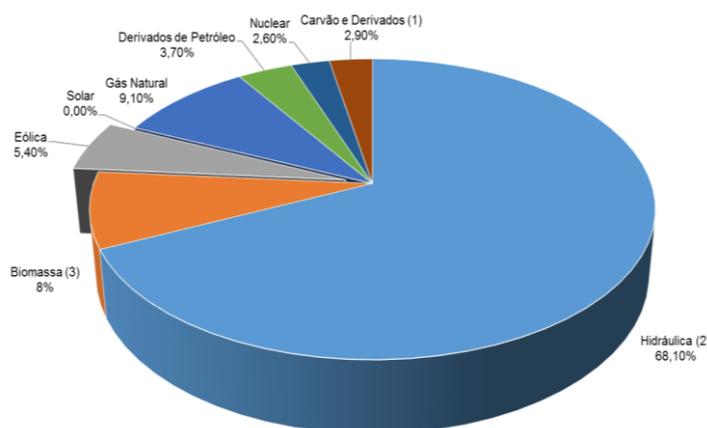
Nota 2: A importação inclui a parcela paraguaia de Itaipu.

Nota 3: Centrais hidroelétricas são aquelas com potência superior a 30 MW.

Nota 4: Inclui Centrais de Gás Natural, Carvão Mineral e de Fonte Nuclear.

Em 2016, no entanto, a fonte de energia eólica representou 5,4% da oferta de energia elétrica no Brasil (Gráfico 14).

Gráfico 14 - Brasil: oferta interna de energia elétrica – 2016



Fonte: EPE (2017).

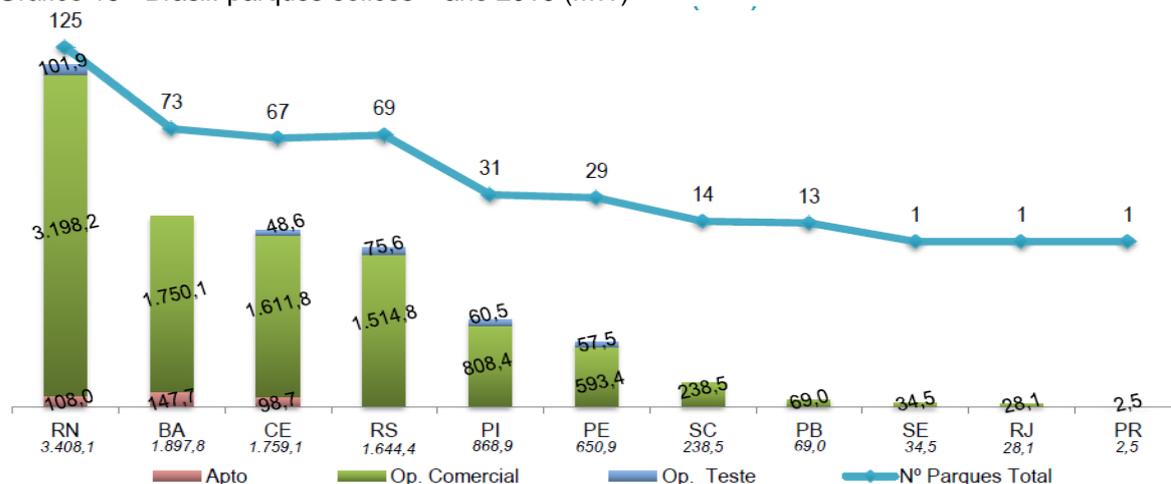
Nota 1: Inclui gás de coqueria.

Nota 2: Inclui importação.

Nota 3: Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras fontes primárias.

Mais adiante, no Gráfico 15, verifica-se o número de usinas em construção e com contratos ativos, de acordo com o Estado da Federação. Observa-se que as regiões Sul e Nordeste do país concentram o maior número de parques de energia eólica e representam a maior parte das usinas contratadas.

Gráfico 15 - Brasil: parques eólicos – ano 2016 (MW)



Fonte: ABEEÓLICA (2016).

Dentre os Estados que se sobressaem nesse grupo, destaca-se o Rio Grande do Norte, que se tornou autossuficiente na geração de energia elétrica devido à exploração da fonte de energia eólica.

Apesar disso, fatores como a ausência de linhas de transmissão em regiões desse Estado, do Ceará e da Bahia, decorrentes de atrasos no licenciamento e na construção dessas estruturas, têm comprometido a geração de energia eólica (ABEEÓLICA, 2016). Esse fato demonstra possíveis falhas de aspectos regulatórios, que deveriam envolver o planejamento da expansão do setor elétrico.

3.2. POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS À ENERGIA EÓLICA

De acordo com Wachsmann e Tolmasquim (2003), até o ano de 2001 não havia, no Brasil, incentivos favoráveis para o uso de fontes alternativas para a geração de energia elétrica. A energia eólica no país ganhou notoriedade após a crise de racionamento em 2001/2002, que despertou no país a necessidade de diversificar sua matriz energética e reduzir a dependência hídrica.

A criação do PROEÓLICA em 2001 visava a um incremento na geração de energia elétrica, a ser implementado até dezembro de 2003. O Programa, no entanto, não obteve sucesso. Apesar disso, a experiência com o PROEÓLICA contribuiu para a

formulação e implementação de um novo programa, com vistas ao desenvolvimento contínuo de energias renováveis no Brasil, o PROINFA.

O PROINFA, criado em 2003, atraiu investimentos importantes para o setor eólico brasileiro e impulsionou o aumento da capacidade instalada, através de incentivos.

Além disso, fatores como o avanço tecnológico, a redução dos custos de produção e os leilões, possibilitaram a entrada de novos investidores e o aumento da competitividade. Nesse sentido, nos itens a seguir serão abordados os principais aspectos institucionais que envolvem a energia eólica no Brasil, como norteadores para a expansão de energia.

3.2.1. Políticas regulatórias

Uma grande parte das iniciativas para promover a diversificação da matriz elétrica brasileira está concentrada nas atividades regulatórias. Nesse contexto, a reforma do setor elétrico brasileiro provocou modificações institucionais, com a reorganização de competências, que foram fundamentais para a constituição das políticas voltadas para a expansão do setor, dentre outros aspectos.

Com vistas à ampliação da participação das energias renováveis na matriz elétrica brasileira, o Governo Federal estabeleceu mecanismos que possibilitaram aumento no volume de investimentos destinados ao setor e impulsionaram o avanço tecnológico nacional, dentre outros aspectos. No que se refere à energia eólica, os esforços das políticas públicas brasileiras contribuíram para a entrada de novos investidores, a ampliação da concorrência de mercado, o desenvolvimento tecnológico e a redução de custos. Simas e Pacca (2014) destacam que o Brasil foi o país latino-americano pioneiro na instalação de parques eólicos e na adoção de políticas de incentivo para a energia eólica. Essas políticas impulsionaram um crescimento expressivo no volume de projetos de energia eólica contratados, tornando o país o mercado mais atrativo da América Latina.

3.2.1.1. Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA

Especialmente durante a crise energética de 2001/2002, o recurso eólico ganhou um importante papel na diversificação da matriz energética nacional. Com o intuito de compatibilizar a oferta e a demanda interna de energia elétrica, o Governo Brasileiro, através da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE, instituiu o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA (BRASIL, 2001b). Dentre os principais objetivos do Programa, almejava-se a implantação de 1.050 MW de geração de energia elétrica proveniente da fonte eólica até o ano de 2003, a complementaridade sazonal com os fluxos hídricos, e a promoção do recurso eólico como alternativa de desenvolvimento (BRASIL, 2001b).

Ficou estabelecido ainda que a ELETROBRÁS, diretamente ou através de suas subsidiárias, deveria contratar a aquisição de energia a ser produzida por empreendimentos de geração de energia eólica, durante um prazo mínimo de 15 anos. Além disso, como incentivos para oferta de energia eólica por parte das geradoras – tendo em vista o caráter emergencial da Política Pública (crise de racionamento de energia), momento que demandava a entrada e operação de projetos o mais rápido possível – o programa previa um Valor de Compra (VC) da energia equivalente ao valor de repasse para as tarifas, com aplicação de incentivos entre 10% e 20% (ver Quadro 9), de acordo com o prazo de início da operação do projeto. Assim, para projetos implementados até dezembro de 2001, aplicar-se-ia o incentivo de 20%, e para projetos implementados no ano seguinte, aplicar-se-ia um percentual de 17,5%, 15%, 12,5% e 10%, respectivamente, de acordo com o trimestre em que a operação foi estabelecida (BRASIL, 2001b).

Quadro 9 - Brasil: Valor de compra de energia eólica e incentivos

PRAZOS	INCENTIVOS
PROJETOS IMPLEMENTADOS ATÉ 31 DE DEZEMBRO DE 2001	1,200 x VC
PROJETOS IMPLEMENTADOS ATÉ 31 DE MARÇO DE 2002	1,175 x VC
PROJETOS IMPLEMENTADOS ATÉ 30 DE JUNHO DE 2002	1,150 x VC
PROJETOS IMPLEMENTADOS ATÉ 30 DE SETEMBRO DE 2002	1,125 x VC
PROJETOS IMPLEMENTADOS ATÉ 31 DE DEZEMBRO DE 2002	1,100 x VC

Fonte: Elaboração própria a partir de Brasil (2002).

Muito embora as medidas estabelecidas pelo PROEÓLICA tenham atraído investidores, a barreira tecnológica, em razão da ausência de fornecedores de tecnologia no Brasil, se mostrou como um entrave para o desenvolvimento almejado. Diante disso, o Governo instituiu outro incentivo importante, a isenção de IPI para uma série de produtos industrializados destinados à geração de energia elétrica (BRASIL, 2001a). Contudo, o prazo estabelecido para que os investidores obtivessem os incentivos, visto no Quadro 9, não foi suficiente para que as usinas entrassem em operação. Além disso, de acordo com Wachsmann e Tolmasquim (2003), o valor de referência adotado para a energia eólica não era capaz de cobrir os custos de geração.

Diante desse cenário, apesar dos esforços emergenciais para a promoção da energia eólica no Brasil, através do PROEÓLICA, Silva (2006, p.121) pontua que o Programa

[...] não foi capaz de viabilizar a entrada emergencial de novos projetos eólicos, mas favoreceu a entrada de muitas empresas internacionais que atuam na promoção das fontes renováveis, gerando assim a necessidade da estruturação de uma legislação, de caráter duradouro, que venha efetivar o desenvolvimento do mercado de energias renováveis no Brasil.

Contudo, as ações dedicadas por parte do Estado para atrair investidores e novos projetos de energia eólica serviram de experiência e contribuíram para que, anos mais tarde, o Governo regulamentasse uma nova política de incentivo a fontes alternativas de energia elétrica: o PROINFA. Isto porque, apesar do insucesso do PROEÓLICA, o interesse do Governo Federal, visando à segurança energética, era o de estimular novas fontes de energia elétrica, em complementariedade às existentes.

3.2.1.2. O Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA

Com o intuito de aumentar a participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira, o Governo Federal criou o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, sancionado pela Lei nº 10.438/2002, e regulamentado pelo Decreto nº 5.025/2004 (BRASIL, 2004b). O objetivo do Programa era expandir a oferta de energia elétrica proveniente de fontes renováveis de energia, pela

contratação de projetos de Energia Eólica, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Biomassa de produtores independentes, e incentivar o uso de tecnologia nacional (BRASIL, 2002).

O PROINFA foi dividido em duas etapas: a primeira previa a celebração de contratos (chamada pública) pela ELETROBRÁS, para a implantação de 3.300 MW de capacidade, em instalações de produção com início de funcionamento previsto até 30 de dezembro de 2006⁸ – assegurando a compra da energia a ser produzida no prazo de 20 anos; a segunda etapa, por seu turno, previa que o Programa atendesse a 10% do consumo de energia elétrica no país, provenientes das fontes Eólica, PCH e Biomassa, no prazo de 20 anos (BRASIL, 2002).

Cavaliero e Silva (2005) pontuam que uma questão importante do Programa foi determinar uma contratação (3.300 MW) igualmente distribuída entre três fontes alternativas de energia, inibindo o favorecimento da fonte cuja tecnologia é mais competitiva, em detrimento da outra.

De acordo com Geller e outros (2004), seguindo a tendência de países da Europa como Dinamarca, Alemanha e Espanha, o Governo Federal estipulou na primeira fase do Programa uma tarifa de compra de energia (*Feed-In*), baseada no valor econômico das tecnologias específicas das fontes eólica, PCH e biomassa, com piso de, respectivamente, 90%, 70% e 50% da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final⁹ dos últimos doze meses (BRASIL, 2002). Além disso, estabeleceu também mecanismos de apoio (subsídios) a concessionárias de serviços públicos de distribuição, geração e produtores independentes de energia elétrica (BRASIL, 2003). Um aspecto importante a se considerar se refere à obrigatoriedade de que os produtores comprovassem grau de nacionalização de equipamentos e serviços de, no

⁸Postergado para 30 de dezembro de 2008, pela Lei nº 11.075/2004.

⁹No cálculo da Tarifa Média Nacional de Fornecimento ao Consumidor Final não serão levados em conta: I - os tributos e contribuições não incluídos no cálculo de tarifas; II - os custos, inclusive de natureza operacional, tributária e administrativa, relativos à aquisição de energia elétrica (kWh) e à contratação de capacidade de geração ou potência (kW) pela Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial - CBEE; III - o repasse da parcela das despesas com a compra de energia no âmbito do MAE; e IV - a recomposição tarifária extraordinária de que trata o art. 4º da Lei nº 10.438, de 2002, sendo I - até 2,9% (dois vírgula nove por cento), para os consumidores integrantes das Classes residencial, rural e iluminação pública; II - até 7,9% (sete vírgula nove por cento), para os demais consumidores (BRASIL, 2002).

mínimo, 60%, na primeira etapa do Programa, e 90%, na segunda etapa, com o intuito de atrair investimentos para a indústria nacional (BRASIL, 2003).

Segundo Geller e outros (2004), como resultado desta política, foram propostos novos parques eólicos entre 2002 e 2003, momento em que a energia eólica destacou-se como fonte de energia elétrica no país. Todavia, um aumento no preço da tecnologia eólica a partir de 2004, além da falta de capacidade financeira por parte dos empreendedores e a necessidade de revisão/renegociação de projetos (empresários alegavam aumento de custos) refletiu negativamente no setor eólico nacional, comprometendo o cronograma definido inicialmente pelo Programa; esses fatores contribuíram para a redução do interesse brasileiro entre os anos de 2005 e 2009, em adotar novos parques eólicos no período (DALBEM; BRANDÃO; GOMES; 2014). Nesse ínterim, a tecnologia demandava avanços e a exigência do PROINFA de nacionalização da tecnologia influenciou negativamente nos custos dos produtores. Contudo, a partir de 2009, com o avanço tecnológico internacional e a entrada de novas tecnologias no Brasil, o setor de energia eólica retomou o crescimento.

Em suma, o PROINFA foi um importante passo na busca pela diversificação da oferta interna de energia. Kissel e Krauter (2006) ressaltam que o PROINFA representou o primeiro regime de apoio a sistemas interligados na rede da América Latina e também a maior de todas políticas de promoção de energias renováveis na região, com um escopo de 3.300 MW.

3.2.1.3. Os Leilões de Energia Eólica

O aumento da participação da energia eólica na matriz elétrica (relacionado a fatores de competitividade, tais como avanço da tecnologia, redução dos custos) tem atraído investidores para participar de leilões de geração de energia promovidos pelo Governo Federal.

Os leilões consistem em processos licitatórios, com o objetivo de se obter energia elétrica dentro de determinado prazo, seja pela entrada de novos agentes no mercado (usinas de geração) ou mesmo energia gerada por usinas em funcionamento. O seu

principal objetivo é equilibrar a oferta e o consumo de energia, evitando a falta de energia ou o seu racionamento.

O Decreto nº 5.163/2004 regulamenta a comercialização de energia elétrica, e estabelece que a ANEEL poderá promover de forma direta ou indireta leilões para compra de energia provenientes de fontes alternativas de energia, com vistas ao atendimento de 100% da demanda dos agentes de distribuição (BRASIL, 2004c).

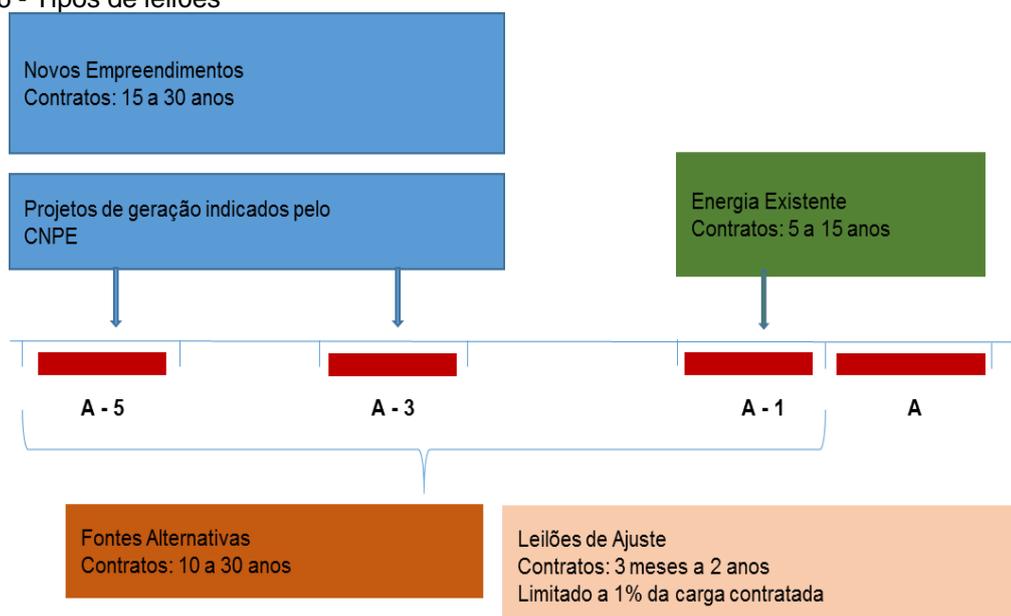
Os leilões são realizados no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), sob coordenação e controle da ANEEL. São divididos de acordo com o empreendimento, novo ou existente.

Segundo ABRADÉE (2016),

Os chamados leilões de energia existente são aqueles destinados a atender as distribuidoras no ano subsequente ao da contratação (denominado A-1) a partir de energia proveniente de empreendimentos em operação. Já os leilões de energia nova destinam-se à contratação de energia proveniente de usinas em projeto ou em construção, que poderão fornecer energia em 3 (denominado A-3) ou 5 (A-5) anos a partir da contratação. Esta segmentação é necessária porque os custos de capital dos empreendimentos existentes não são comparáveis aos de empreendimentos novos, ainda a serem amortizados.

Na Figura 6 ilustra-se os tipos de leilões do setor elétrico brasileiro. Observa-se que os leilões de fontes alternativas podem se enquadrar no período de um ano (A-1), três anos (A-3) ou cinco anos (A-5), de acordo com a característica de cada empreendimento.

Figura 6 - Tipos de leilões



Fonte: CCEE (2016).

Dalbem, Brandão e Gomes (2014) afirmam que o sistema de leilões otimizou a lucratividade dos parques eólicos. A garantia de aquisição de longo prazo, com reajustes de preço baseados na inflação, além de outros benefícios que proporcionam uma redução do risco de geração, impulsionaram investimentos e o avanço da tecnologia, o que refletiu, conseqüentemente, na redução dos preços, conforme será visto mais detalhadamente no capítulo quatro.

3.2.2. Políticas fiscais

De acordo com MME (2016b), dentre os principais incentivos fiscais que envolvem a energia eólica no Brasil, destacam-se:

a) Isenção de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS)

Isenção concedida até o ano 2021 para as operações com equipamentos e componentes para aproveitamento da energia solar e eólica (Convênio Confaz nº 101/1997 e aditivos).

Alguns exemplos de equipamentos incluem aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos; aerogeradores de energia eólica; gerador fotovoltaico de potência superior a 375 KW; aquecedores solares de água.

b) Isenção de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)

Imunidade de incidência de imposto para a energia elétrica (Decreto nº 7.212/2010) (BRASIL, 2010a).

c) Desconto de 80% na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão/Distribuição (TUST/TUSD)

Desconto aplicado para instalações com potência igual ou inferior a 30MW (Resolução ANEEL nº 481/2012 e aditivos).

d) Isenção na Geração Distribuída

Isenção de ICMS sobre a energia que o próprio consumidor gerar (Convênios Confaz 16, 44, 52, 130 e 157/2015, firmados por vários Estados). O ICMS incide somente sobre o excedente que o consumidor demandar na rede. O mesmo vale para PIS e Cofins, para todos os Estados (Lei nº 13.169, de 06/10/2015) (BRASIL, 2015).

e) Programa “Mais Alimentos”

Linha de crédito do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) que financia investimentos em infraestrutura produtiva da propriedade familiar. Inclui a partir de 11/2015 os equipamentos para produção de energia solar e eólica, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos.

f) Menores juros de empréstimo junto ao BNDES:

Empresas de energias renováveis dispõem do programa “Fundo Clima”, destinado a apoiar investimentos em geração e distribuição local de energia renovável. Além desse Programa, o BNDES investe em infraestrutura, dentro da categoria de energias renováveis, através do Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) e do Financiamento a Empreendimentos (FINEM), linhas de crédito para financiamento que visam estimular a produção de bens de capital. O FINAME tem como foco a aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional e o FINEM está voltado para financiamentos acima de 20 milhões, para implementação, ampliação e modernização de projetos relacionados à bioeletricidade, biodiesel, bioetanol, energia eólica, energia solar, PCH e outras fontes (BNDES, 2017a).

De acordo com Aquila e outros (2017), as políticas de incentivo¹⁰ desenvolvidas no Brasil contribuem para maior estabilidade financeira e diminuição da incerteza no mercado de energia eólica, resultando na promoção do uso dessa fonte. Apesar disso, algumas barreiras, como a dependência tecnológica, por exemplo, ainda atrasam o crescimento do setor. Nesse cenário, as políticas tecnológicas atuam conjuntamente

¹⁰ El-Karmi e Abu-Shikhah (2013) acrescentam que estes incentivos levam a melhorias financeiras e encorajam investidores do setor privado a investirem em fontes renováveis de energia. Esses esforços impulsionam a produção, comercialização e distribuição de energia renovável.

com as demais políticas, com o intuito de desenvolver uma atmosfera de Pesquisa e Desenvolvimento, visando uma estratégia de aprendizado e inovação em energia eólica e incorporação de tecnologias locais.

3.2.3. Políticas de inovação

Apesar do interesse nacional em desenvolver a indústria de energia eólica, o Brasil não estabeleceu nenhuma política deliberada de inovação. Entretanto, existem projetos relacionados às energias renováveis, através de agências de fomento e instituições de pesquisa, que têm como objetivo estimular P&D. Os investimentos em P&D na área de energia eólica no Brasil são provenientes principalmente do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações (MCTIC), através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), e da ANEEL.

Os últimos projetos de P&D em energia eólica foram apoiados por meio da Chamada Pública MCTIC/CNPq nº 74/2013 para Capacitação Laboratorial e Formação de Recursos Humanos em Energia Eólica, na qual foram contemplados 11 (onze) projetos. No ano de 2014 foi também apoiado mais 1 (um) projeto, por meio da suplementação desta chamada pública (MCTIC, 2017).

Adicionalmente, de acordo com MCTIC (2017) foram desenvolvidos 2 (dois) estudos setoriais sobre energia eólica, por meio do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. O primeiro, lançado em 2012, com o título "Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil" e o segundo, intitulado "Programa demonstrativo para inovação em cadeia produtiva selecionada: Energia Eólica", lançado em 2015, sugerindo a criação de um centro de testes de aerogeradores no Brasil. Outras ações foram desenvolvidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, por meio da Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 17/2013, que envolve o desenvolvimento de tecnologia nacional para o setor de energia eólica, buscando reduzir a dependência tecnológica do País nesse tema e estimular a produção de tecnologias inovadoras, de alto valor agregado e

adaptadas à realidade brasileira (ANEEL, 2013). Como resultado, foram recebidas cinco propostas na ordem de R\$ 250 milhões, das empresas Tractebel Energia S/A, Queiroz Galvão Energética S/A, Celesc Distribuição S.A. e Companhia Hidro Elétrica do São Francisco¹¹.

Houve também, em 2014, por meio da Agência Brasileira para o Desenvolvimento Industrial – ABDI, o projeto "Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil", no qual foram apresentadas análises críticas e sugestões para fomentar o desenvolvimento da cadeia produtiva de bens e serviços. A ANEEL, em parceria com nove empresas do setor elétrico, solicitou ao CGEE o desenvolvimento de um estudo de Prospecção Tecnológica do Setor Elétrico, que envolveu também a energia eólica. Esse trabalho, iniciado em 2015 e que se encerra em 2017, deve ter seus resultados disponibilizados em breve, especificando, para cada tecnologia, qual a visão de futuro esperada no Brasil, quais os desafios tecnológicos a serem vencidos e quais as ações nas áreas de CT&I, políticas públicas e financiamento, dentre outras, devem ser tomadas para se alcançar a visão pretendida (MCTIC, 2017).

Por fim, de acordo com dados do MCTIC (2017), não há atividade de cooperação internacional na área de energia eólica no presente momento. Algumas cooperações internacionais desenvolvidas nos últimos anos abordaram os seguintes temas: Energia Heliotérmica e Combustíveis Avançados (Alemanha); Recursos Minerais e Redes Elétricas Inteligentes (União Europeia); Armazenamento de Energia, Tecnologias Submarinas e Política de Inovação para o Setor Elétrico (Reino Unido). O tema de energia eólica tem interface com alguns desses temas, como no caso de recursos minerais (ímãs permanentes para rotores de aerogeradores) e tecnologias submarinas (para instalação de aerogeradores *offshore* e transmissão de energia elétrica submarina). Entretanto, nenhuma dessas cooperações teve como foco o desenvolvimento tecnológico da energia eólica.

3.3. CONSIDERAÇÕES

Com base nas informações estudadas neste capítulo, observou-se que as políticas públicas brasileiras foram importantes para o avanço do setor eólico nacional. A

¹¹ A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco submeteu duas propostas neste edital.

criação do PROINFA possibilitou a entrada da energia eólica na matriz elétrica brasileira, através da tarifa *feed-in*, com valor de referência baseado na tecnologia específica de cada fonte, e contratos de longo prazo com a ELETROBRÁS.

As mudanças ocorridas no Setor Elétrico Brasileiro, como por exemplo a criação do ACR e ACL, foram fundamentais para o aumento da competitividade das fontes renováveis de energia frente às convencionais. Nesse sentido, os leilões de energia possibilitaram a inserção da fonte eólica na comercialização de energia elétrica, através de certames exclusivos para energias renováveis.

Aliadas a esses instrumentos, as políticas fiscais, com isenção total ou parcial de impostos, descontos para acesso à rede e programas de financiamento têm sido importantes para atrair investimentos e dar suporte ao desenvolvimento das energias renováveis, fornecendo um diferencial para empreendedores.

Por fim, no que tange às políticas de inovação brasileiras, verifica-se a necessidade de investimentos em processos de aprendizagem que envolvam a tecnologia eólica, com o intuito de se estabelecer um mercado brasileiro neste setor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

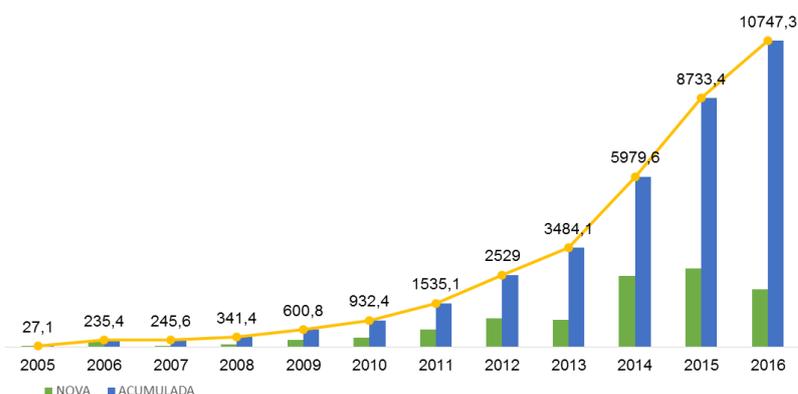
Dentre as principais mudanças observadas no setor de energia eólica brasileiro, nos últimos anos, verificou-se um aumento expressivo da participação da fonte eólica na oferta interna de energia elétrica, da capacidade instalada, do número de usinas em operação e dos investimentos direcionados ao setor. Essas mudanças são resultado de inúmeros fatores, como as políticas nacionais voltadas para o setor de energias renováveis, as modificações na estrutura do Setor Elétrico Brasileiro, além de mudanças no cenário internacional, principalmente no que se refere ao avanço tecnológico, que foram importantes para o panorama que se tem hoje. Apesar disso, ainda há desafios que dificultam o funcionamento pleno dessa indústria, como é o caso da infraestrutura de transmissão, por exemplo. Contudo, as perspectivas para o setor são otimistas.

Sob essa perspectiva, nesse capítulo serão explorados os resultados da pesquisa, destacando os fatores que contribuíram para a expansão do setor, os principais avanços e os resultados das políticas públicas.

4.1. PRINCIPAIS AVANÇOS DO SETOR EÓLICO BRASILEIRO

Dentre os principais avanços do mercado de energia eólica a partir dos anos 2000, observou-se um expressivo aumento na capacidade instalada dessa fonte na matriz elétrica nacional.

Gráfico 16- Brasil: evolução da capacidade instalada (MW)



Fonte: ABEEÓLICA (2017).

Especialmente a partir de 2005, registrou-se uma tendência de crescimento, que ganhou mais força depois de 2009, com os leilões de energia. Em 2016, registrou-se uma capacidade instalada de 10747,3 MW, com base nas usinas contratadas.

Em 2016, foram instaladas 81 novas usinas eólicas, com capacidade aproximada de 2 mil MW de potência. Dentre os estados que se destacaram em número de empreendimentos estão o Rio Grande do Norte e Ceará, com 46 empreendimentos novos instalados em 2016, conforme pode-se observar na Tabela 4.

Tabela 4 - Brasil: nova capacidade instalada em 2016 (MW)

Estado	Nº de Usinas	Potência
RN	25	640,00
CE	21	485,03
BA	11	278,95
PE	10	273,59
PI	8	209,80
RS	6	126,60
Total	81	2.013,97

Fonte: ABEEÓLICA (2017).

No que tange à representatividade regional da geração de energia eólica, destaca-se a região Nordeste, com 84,7% dessa geração, seguida pela região Sul, com 15,1%. Na Figura 7 observa-se o número de usinas em operação e em construção no país em 2017. Mais uma vez destaca-se a região Nordeste, com um total de 334 usinas em operação (78% do total nacional) e 154 usinas em construção. Em seguida, a região Sul com 91 usinas em operação e 9 usinas em construção. Por fim, aparece a região Sudeste com 3 usinas em operação.

Esse cenário pode ser explicado em razão do potencial eólico brasileiro. Os melhores potenciais estão no litoral da região Nordeste e Sul, onde a velocidade média do vento é superior a 8 m/s, ideal para aproveitamento para geração elétrica.

Esse resultado, é proveniente, sobretudo, das estratégias adotadas pelo Brasil para estimular a geração de energia a partir das fontes renováveis de energia. Nesse sentido, os leilões de energia, no âmbito do ACR, contribuíram para a expansão da eólica, através da contratação de potência dessa fonte nas modalidades Energia de Reserva, Fontes Alternativas e Energias Novas, reduzindo as incertezas para os investidores, através de contratos de longo prazo (AQUILA et al., 2016). Tendo isso em vista, nos tópicos a seguir serão analisados os principais resultados e a efetividade das políticas públicas brasileiras para a expansão do setor de energia eólica.

Figura 7 - Mapa de usinas em operação e em construção - Junho/2017



Fonte: ANEEL (2017b).

4.2. ASPECTOS REGULATÓRIOS

As políticas brasileiras para a energia eólica representaram um marco regulatório importante para a indústria eólica nacional, sobretudo por propor e possibilitar a inserção dessa fonte no Sistema Interligado Nacional (SIN).

O PROINFA, cujo objetivo principal se concentrava na ampliação da geração de energia elétrica a partir da biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e eólica, foi um programa inovador. Como resultado desta política, foram contratados, na primeira

etapa do programa (2005), 54 projetos eólicos, com potência total de 1.423 MW, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Projetos contratados na primeira etapa do PROINFA (2005)

Região	Estado	Projetos	Potência (MW)
Nordeste	Ceará	14	500.53
	Paraíba	13	60.35
	Pernambuco	5	21.25
	Piauí	1	17.85
	Rio Grande do Norte	3	201.10
	Total	36	805.58
Sudeste	Rio de Janeiro	2	163.05
	Total	2	163.05
Sul	Santa Catarina	11	226.73
	Rio Grande do Sul	5	227.57
	Total	16	454.29
Total de projetos 1ª fase		54	1.422,92

Fonte: ELETROBRÁS (2005).

A participação da energia eólica superou a capacidade prevista em 29%, devido à redistribuição da capacidade instalada dos projetos de biomassa não contratados (foram contratados 685 MW dos 1100 MW disponíveis)¹². O principal motivo da não contratação do total previsto para a biomassa, de acordo com Dutra e Szklo (2007), se refere à tarifa proposta pelo Governo que, segundo os investidores, não era capaz de garantir a viabilidade dos projetos. Além disso, dada a cadeia produtiva da biomassa, havia maior interesse na produção de etanol.

Originalmente, os projetos contratados teriam até dezembro de 2006 para iniciar a operação. Contudo, dos 54 projetos contratados, somente cinco entraram em operação dentro do primeiro prazo fixado. O prazo foi então adiado para 31 de dezembro de 2008, pela Lei nº 11.075/2004 (BRASIL, 2004d). Ao final deste período, somente seis das 49 usinas restantes haviam entrado em operação. Finalmente, através da Medida Provisória nº 517/2010, o prazo foi postergado para dezembro de 2011 (BRASIL, 2010b). Ao final deste período, as 54 usinas estavam em operação (CCEE, 2012). Dentre os principais motivos do atraso para o início das operações, Dutra (2007) e Ferreira (2008) apontam a incapacidade financeira por parte dos

¹² Ficou estabelecido, na primeira fase do PROINFA, a inserção de 3.300 MW no Sistema Interligado Nacional, distribuída igualmente entre as fontes Eólica (1.100 MW), Biomassa (1.100 MW) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (1.100 MW) (BRASIL, 2002).

empreendedores, que levou à revisão e renegociação dos projetos. Além disso, dos 54 projetos, selecionados, 32 deles não tinham obtido financiamento do BNDES (até 2008), devido às dificuldades para atender às garantias exigidas pelo Banco. Isso resultou na transferência de propriedade de 28 projetos, para outros investidores.

Camillo (2013) aponta que a política brasileira (o PROINFA) consistiu na réplica de um conjunto de medidas já adotadas por países pioneiros (Alemanha, Estados Unidos e Dinamarca). Contudo, não levou em consideração o contexto local, entre eles o estágio de desenvolvimento da tecnologia, o sistema de financiamento local e o nível de confiabilidade de investidores.

Ademais, o atraso na expansão das linhas de transmissão revela um descompasso entre o PROINFA e o planejamento setorial. As Instalações de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada (ICGs¹³), nova opção de conexão das fontes alternativas com o SIN¹⁴, demoram mais que o previsto para serem construídas, e empreendimentos eólicos, como é o caso daqueles no Rio Grande do Norte e Ceará, estavam prontos para entrar em operação, porém sem possibilidade de escoamento da energia gerada (BINAS, 2013).

Por fim, o novo marco regulatório do SEB (o Novo Modelo do Setor Elétrico, seção 3.1.2.) influenciou a segunda etapa do PROINFA. Isso porque o PROINFA baseava-se na tarifa *feed-in*, que determinava um preço mínimo a ser pago pelo produtor de energia, a partir do Valor Econômico (Tabela 7) correspondente à tecnologia da fonte. Os leilões de energia, por outro lado, têm como parâmetro o menor preço ofertado para o consumidor final (concorrência). Em virtude da incompatibilidade desses dois sistemas, a segunda etapa do programa não chegou a ser regulamentada.

¹³ O Decreto nº 6.460/2008 regulamenta a possibilidade de prestação do serviço público de transmissão de energia elétrica por meio de Instalações de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada (ICG). Tais instalações são de responsabilidade do Concessionário de Serviço Público de Transmissão de Energia Elétrica detentor da instalação de Rede Básica local, e se destinam a possibilitar, mediante o pagamento de encargo específico, a conexão de centrais de geração a partir de fonte eólica, biomassa ou pequenas centrais hidrelétricas (BRASIL, 2008).

¹⁴ Decreto nº 6.460/2008 e Resolução Normativa ANEEL nº 320/2008.

4.3. ASPECTOS ECONÔMICOS E TECNOLÓGICOS

A energia eólica atualmente tem se mostrado competitiva nos leilões de energia elétrica, obtendo uma participação cada vez mais significativa. Na Tabela 6 é possível observar a contratação da energia eólica, por Estado, desde 2009. Verifica-se ao longo do período a contratação de aproximadamente 16679 MW de potência, distribuídos entre os principais Estados geradores de energia eólica no Brasil.

Tabela 6 - Brasil: contratação de energia eólica, por Estado - 2009-2015

Potência Leiloada por Estado da Federação (MW)										
Leilão	BA	RN	CE	RS	PI	PE	MA	PB	SE	TOTAL
2º LER 2009	390	657	543	186					30	1806
3º LER 2010	261	247		20						528
2º LFA 2010	326	817	150	226						1519
12º LEN 2011	266	53	104	492	76	78				1069
4º LER 2011	149	405	175	132						861
13º LEN 2011	1150	322	328	120			58			1978
15º LEN 2012	552			28			202			782
5º LER 2013	568	132	113	81	420	192				1506
17º LEN 2013	83		98	327	240	120				868
18º LEN 2013	1001	685	212	152	168	120				2338
19º LEN 2014		84	117	48		302				551
20º LEN 2014	447	164			225			90		926
6º LER 2014	374	236			78	82				770
3º LFA 2015	90									90
22º LEN 2015			97		232		210			539
8º LER 2015	493	25					30			548
Total	6150	3827	1937	1812	1439	894	500	90	30	16679

Fonte: CCEE (2017).

No que se refere à tarifa de eletricidade, vale lembrar que durante o PROINFA o preço era determinado nos moldes do sistema *feed-in*, com base no Valor Econômico correspondente à tecnologia da fonte e o fator capacidade dos empreendimentos, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Valor econômico correspondente à tecnologia da fonte eólica – PROINFA

(Mês/Ano)	FCRmin*	FCRmax**
	0,324041	0,419347
	Tarifa Feed-in	
abril/04	180,18	204,35
dezembro/05	199,55	226,32
dezembro/06	207,23	235,03
dezembro/07	223,29	253,24
dezembro/08	245,18	278,07
dezembro/09	240,98	273,31

(continua)

(continuação)

dezembro/10	268,27	304,25
dezembro/11	281,95	319,76
dezembro/12	303,98	344,74
dezembro/13	320,78	363,79
dezembro/14	332,57	377,16
dezembro/15	367,64	416,93
dezembro/16	394,08	446,91

Fonte: Brasil (2004b).

Nota: 1. O preço foi atualizado mediante índices IGP-M

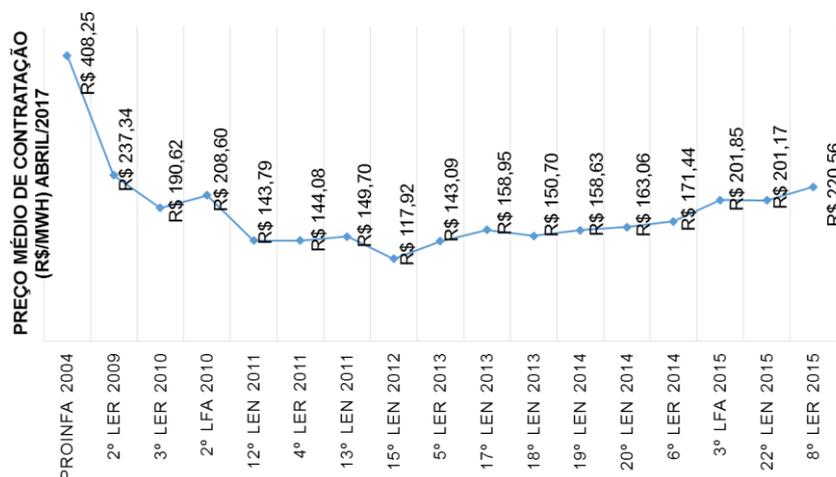
*Fator de Capacidade de Referência Mínimo.

**Fator de Capacidade de Referência Máximo.

A estratégia baseada na tarifa *feed-in* visava proporcionar uma taxa justa para remunerar os produtores de energia, que compensasse o custo da tecnologia e evitasse desequilíbrio nos preços da eletricidade para os consumidores finais (AQUILA et al., 2017). Contudo, o bom desempenho da eólica nos leilões de energia e o seu potencial para competir com outras fontes, motivou a adoção dos leilões como principal meio de contratação.

A análise dos preços praticados no Gráfico 17 evidencia uma queda no decorrer dos anos, principalmente quando se estabelece uma comparação entre os preços recentemente praticados e o preço inicial estabelecido pelo PROINFA. Observa-se, ainda, que a partir de 2011 o preço manteve uma média competitiva em relação às outras fontes, considerando que, nesse mesmo período, os preços médios de contratação de usinas termoeletricas a bagaço de cana e a gás natural foram R\$ 205,50/MWh e R\$ 200,76/MWh, respectivamente (CASSARO et al., 2015).

Gráfico 17 - Preço médio de contratação por leilão¹



Fonte: Elaboração própria a partir de CCEE (2017), Brasil (2004b).

Nota: 1. O preço médio foi atualizado mediante índices IGP-M (para o PROINFA) e IPC-A (para todos os leilões seguintes).

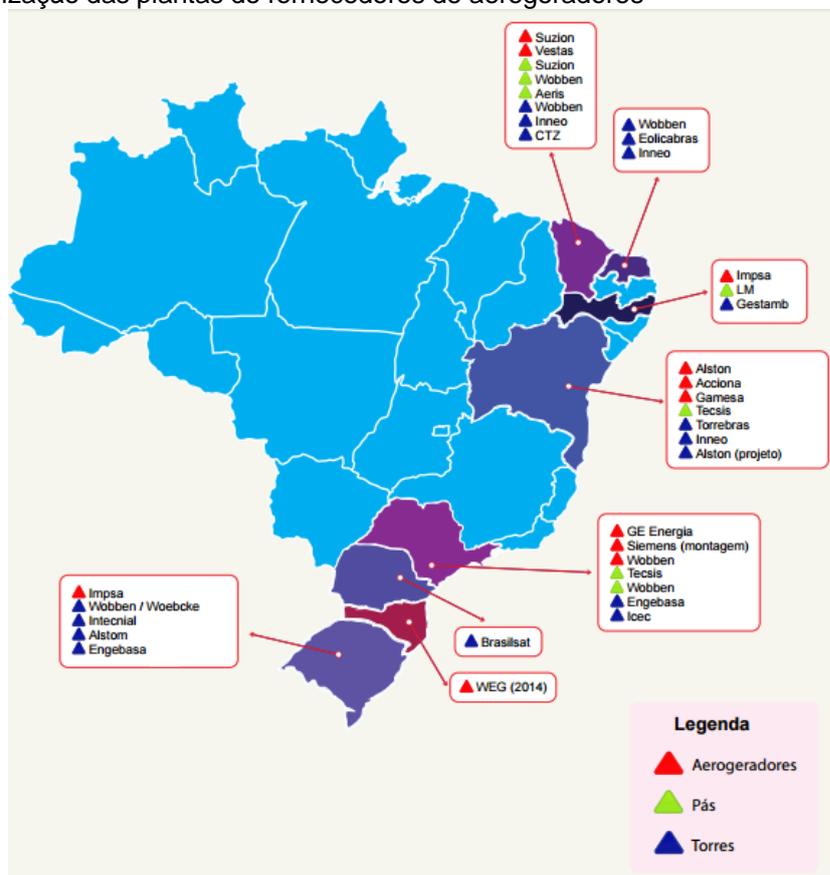
Apesar disso, o cenário nem sempre foi favorável à essa fonte. Isso porque o alto custo da tecnologia até 2009 (em razão da necessidade de importação de equipamentos e o preço elevado das turbinas), não tornava a fonte atrativa no Brasil. A mudança nesse cenário ocorreu a partir de 2008, com a crise mundial que afetou o ritmo de crescimento da capacidade instalada de energia eólica nos países líderes nesse mercado, como Estados Unidos, Alemanha e Espanha, por exemplo. Diante desse cenário, o mercado de turbinas eólicas se voltou para os países em desenvolvimento, contribuindo para a queda de preço da tecnologia, com a entrada de fabricantes de aerogeradores no Brasil. Esse cenário foi um fator determinante para o êxito do sistema de leilões, no que diz respeito à competitividade da fonte eólica. Foi nesse momento que o Brasil se tornou um país atrativo para investimentos e o mercado de energia eólica começou a se consolidar. Como resultado, houve uma redução significativa do custo médio de investimento (aproximadamente 40%) que refletiu no preço da energia ofertado nos leilões (CAMILLO, 2013).

No que diz respeito à tecnologia, vale ressaltar, que o PROINFA, ainda que determinasse um índice de nacionalização dos equipamentos em 60% para os empreendimentos de geração eólica em sua primeira fase - visando alavancar a indústria local, não alcançou seus objetivos. Essa exigência foi revista posteriormente e mantida somente para os empreendimentos que pleiteassem financiamentos junto ao BNDES, que deveriam apresentar inicialmente um índice mínimo de nacionalização dos equipamentos em 60%¹⁵. Essa política de financiamento do BNDES foi um aspecto importante que desencadeou um salto nos investimentos setoriais, atraindo fabricantes de aerogeradores, torres, pás, partes e peças, entre outras tecnologias, para o Brasil, conforme pode-se observar na Figura 8. Vale

¹⁵Em 2012 houve alterações importantes na estrutura do financiamento, vigentes a partir de 2013, que trouxeram incertezas para o setor e impactaram também empreendimentos que já haviam sido contratados nos leilões anteriores. Dentre as principais mudanças, destaca-se a substituição do índice mínimo de nacionalização dos equipamentos (60%), por etapas mínimas de fabricação, relacionadas a seguir: fabricação das torres no Brasil, com pelo menos 70% das chapas de aço feitas no país ou concreto armado de procedência nacional; fabricação das pás no Brasil em unidade própria ou de terceiros; montagem da nacelle (parte principal do aerogerador) no Brasil, em unidade própria; montagem do cubo (peça que envolve a nacelle) no Brasil, com fundido de procedência nacional. A partir dessa nova metodologia, os fabricantes deveriam atender a pelo menos três, dos quatro critérios. Além disso, a mudança estabeleceu metas físicas, com a ampliação progressiva da quantidade de componentes nacionais, de acordo com cronograma estabelecido (BNDES, 2017b).

ressaltar, que até o ano 2007 a única fabricante presente no país era a empresa alemã Wobben Windpower (CAMILLO, 2013).

Figura 8 - Localização das plantas de fornecedores de aerogeradores

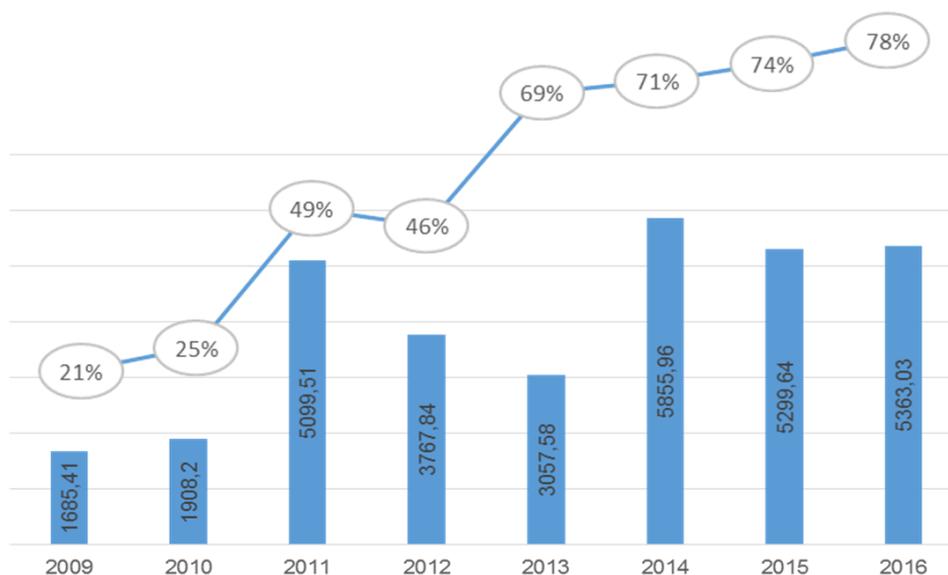


Fonte: WWF BRASIL (2015).

Não obstante, Aquila e outros (2017) pontuam que os projetos eólicos brasileiros dependem fortemente de tecnologia estrangeira. Em alguns casos, ainda que a tecnologia seja desenvolvida no Brasil, o processo de manufatura (montagem) é dependente de equipamentos específicos produzidos por multinacionais, que expõem os investidores a variações de preço da tecnologia e do câmbio no mercado internacional. Nesse ponto, uma política tecnológica que promovesse a aprendizagem e estimulasse a internalização do processo produtivo da tecnologia dessa indústria no Brasil, possibilitaria uma redução dos riscos a que estão expostos os investidores, e poderiam ensejar a abertura de um novo mercado para o País, como fornecedor de tecnologia na América do Sul.

No que diz respeito aos investimentos no setor, no Gráfico 18 pode-se observar o montante investido em energia eólica a partir de 2009 e a sua representatividade no total investido em energias renováveis.

Gráfico 18 - Financiamento BNDES 2009-2016 (milhões U\$\$ investidos em eólica e representatividade em percentual do total investido em renováveis)



Fonte: ABEEÓLICA (2017).

Estudos apontam que o avanço tecnológico juntamente com a nova configuração do setor elétrico brasileiro (com a entrada dos leilões de energia em conjunto com os incentivos fiscais) foi o fator que atraiu investimentos e empresas multinacionais para o mercado de energia eólica. Nesse sentido, a existência de linhas de crédito para estimular a produção de bens de capital pelo BNDES, somada à demanda por equipamentos, criada nos leilões, tornou o Brasil um ambiente atrativo para investimentos.

4.4. ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

A expansão do setor eólico brasileiro repercute positivamente na atividade econômica local, através da geração de empregos temporários (na construção de usinas) e permanente (na operação e manutenção das usinas). Além disso, a instalação da usina também oportuniza um aumento na demanda por bens e serviços na região do entorno, como por exemplo pela necessidade de alimentação e hospedagem para os profissionais ali instalados. Outro aspecto positivo diz respeito ao arrendamento das terras para instalação dos parques eólicos, que garante renda extra ao proprietário por pelo menos 20 anos (SIMAS, 2012).

Simas (2012) desenvolveu um índice por meio do qual é possível estimar o número de empregos diretos (temporários e permanentes) e indiretos gerados pelo setor. Os empregos diretos envolvem as atividades construção dos parques eólicos, fabricação de máquinas e equipamentos e operação e manutenção (O&M) dos parques eólicos. Os empregos indiretos referem-se àqueles gerados em função da energia eólica, em diferentes setores, como aço, cimento e etc. O resultado dessa metodologia¹⁶ pode ser visto na Tabela 8, que mostra a relação empregos-ano, por MW instalado, de acordo com o tipo de atividade da cadeia de energia eólica.

Tabela 8 - Índices de empregos diretos, indiretos e totais ao longo do ciclo de vida da energia eólica, em empregos-ano/MW

	Torres de aço			Torres de concreto		
	ID	II	IE	ID	II	IE
Fabricação - Nacele	0,91	0,39	1,30	0,91	0,39	1,30
Fabricação - Pás	1,75	1,12	2,87	1,75	1,12	2,87
Fabricação - Torre	0,81	0,97	1,78	0,79	0,98	1,77
Construção	7,70	0,54	8,24	7,70	0,99	8,69
O&M	0,57	0	0,57	0,57	0	0,57
Total	11,74	3,02	14,76	11,72	3,48	15,20

Nota: ID – Empregos Diretos / II – Empregos Indiretos / IE – Empregos Totais

Fonte: Simas (2012).

Com base no cenário projetado pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, que prevê o alcance de 11.532 MW em potência instalada até 2020, Simas (2012) estimou o número de empregos gerados pelo setor. Nessa estimativa, no período compreendido entre 2010 e 2020, o setor eólico terá gerado 195.972 empregos-ano.

Araújo e Freitas (2008) acrescentam que a energia eólica apresenta inúmeras vantagens quando comparada a outras fontes de energia, como a nuclear, hidro e termoelétrica. O aspecto mais importante se refere ao baixo impacto ambiental. Em comparação com a nuclear, o uso da fonte eólica não gera rejeitos contaminantes. Em relação à fonte termoelétrica, com o uso da energia eólica são evitadas toneladas de emissões de CO₂, conforme pode-se verificar no Gráfico 19. Observa-se a quantidade de emissões de CO₂ evitada pela fonte eólica, de janeiro a dezembro de 2016. O total

¹⁶ O estudo desenvolvido por Simas (2012) baseou-se na metodologia Matriz Insumo-Produto, que possibilita a contabilização de insumos e serviços de uma cadeia produtiva, durante a etapa de produção e a relação com diferentes setores da economia. “A utilização deste modelo permite quantificar tanto a geração de empregos diretos quanto indiretos, estes últimos sendo considerados os empregos gerados pelas outras atividades ligadas à cadeia de suprimentos de bens e serviços da tecnologia avaliada” (SIMAS, 2012, p.54).

de emissões evitadas em 2016 foi o equivalente à emissão anual de cerca de 12 milhões de automóveis.

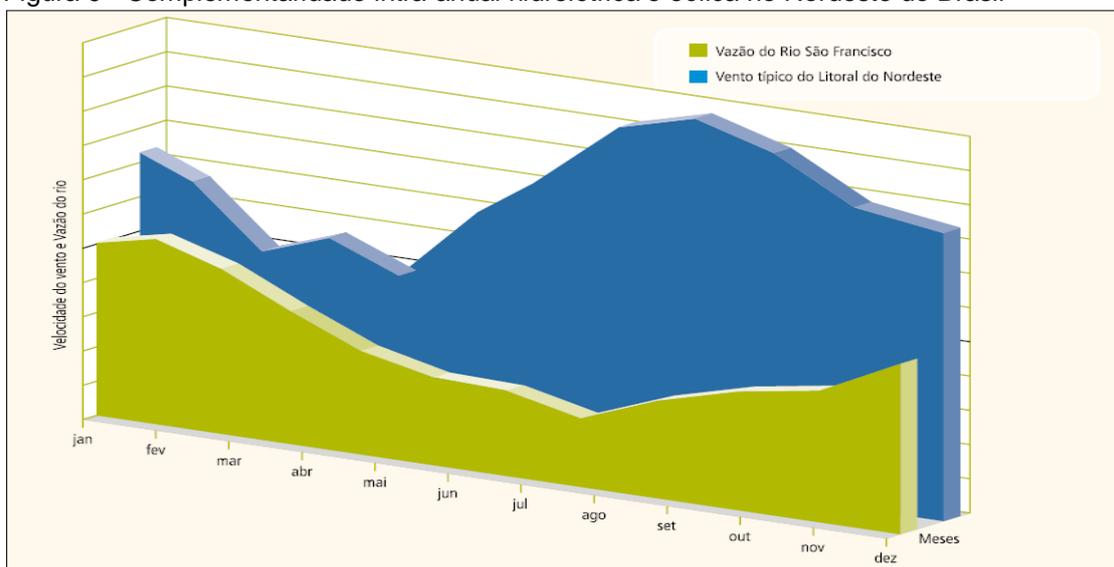
Gráfico 19 - Emissões de CO₂ evitadas em 2016 (toneladas)



Fonte: ABEEÓLICA (2017).

Além disso, vale ressaltar a relação de complementariedade existente entre as fontes hídrica e eólica. Na região Nordeste, por exemplo, no período em que a vazão do Rio São Francisco é mais baixa, é justamente o momento em que a velocidade do vento é mais forte e regular na região (Figura 9).

Figura 9 - Complementariedade intra-anual hidrelétrica e eólica no Nordeste do Brasil



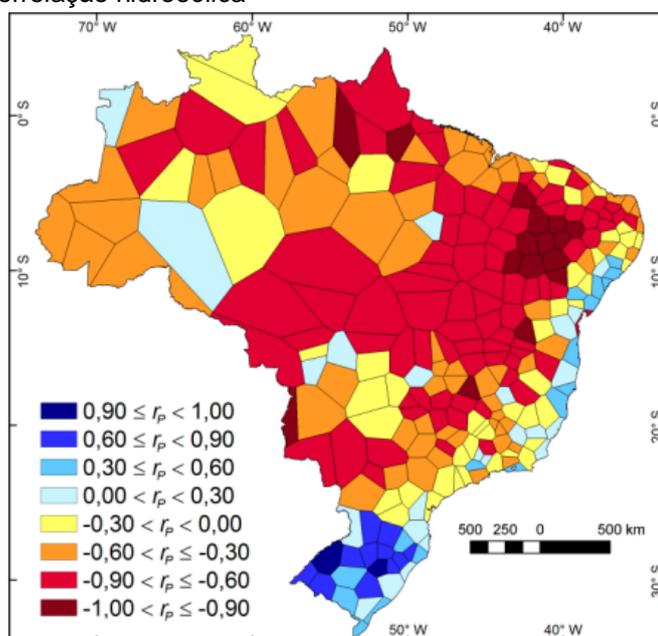
Fonte: ANEEL (2005).

De acordo com a análise de Cantão (2015), baseada no índice de correção de Pearson¹⁷, a mesma relação de complementariedade é observada em outras regiões do Brasil, conforme pode-se observar na Figura 10. Os tons de 47 amarelo e vermelho indicam correlação negativa (complementariedade) e os tons de azul, correlação positiva (similaridade).

Essa é uma vantagem que permite a integração entre as duas fontes, possibilitando um sistema de geração de energia ininterrupto, especialmente em períodos de seca.

Por outro lado, deve-se considerar também os aspectos negativos da exploração da energia eólica. Dentre eles, destaca-se a preocupação com os pássaros que podem vir a colidir com os aerogeradores e os impactos visuais que alteram a paisagem e podem impactar o turismo da região. Sobre o primeiro caso, Wang, Wang e Smith (2015) afirmam que atualmente as mortes de pássaros ocasionadas por colisão com turbinas eólicas variam de 0,02 a 7,36 pássaros, por turbina, por ano, e podem ser minimizadas através de experimentos de monitoramento e radares, que estão em fase de estudos.

Figura 10 - Mapa de correlação hidro-eólica



Fonte: Cantão (2015).

¹⁷ Em estatística descritiva, o coeficiente de correlação de Pearson, também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de "de Pearson" mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis (VIRGILLITO, 2006).

De maneira geral, observa-se que os impactos positivos se sobrepõem aos negativos, uma vez que os empreendimentos eólicos apresentam inúmeros benefícios, dentre os quais destacam-se o desenvolvimento socioeconômico, o aumento das possibilidades de acesso à energia, a segurança energética e a mitigação das mudanças climáticas, através de uma matriz de energia mais limpa (SEN; GANGULY, 2017).

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo identificar os principais avanços do setor eólico brasileiro, analisando os resultados das políticas públicas setoriais. Ao longo deste estudo, ficou explícito que as políticas implementadas a partir dos anos 2000, no país, estimularam a entrada da fonte eólica na matriz elétrica nacional e possibilitaram um aumento substancialmente da sua participação na capacidade instalada de energia elétrica ao longo dos anos.

Contudo, observou-se que os resultados alcançados neste setor são decorrentes de distintos fatores, que não se restringem às políticas públicas nacionais, mas envolvem ainda mudanças no cenário internacional, que contribuíram para que se desenvolvesse um ambiente propício para a fonte eólica no Brasil.

Em se tratando das políticas regulatórias, o PROEÓLICA (2001) foi uma iniciativa do Governo brasileiro para estimular a entrada da energia eólica no Brasil, que não obteve êxito. Muito embora as medidas estabelecidas pelo programa (Valor de Compra de Energia entre 10 e 20% acima do original e garantia de compra da energia gerada durante um prazo mínimo de 15 anos) tenham atraído investidores, o aspecto tecnológico e o curto prazo para que as usinas entrassem em operação foram entraves que impediram a consolidação do programa.

O PROINFA, por outro lado, efetivou a entrada da energia eólica no Brasil, através da contratação de 54 projetos, com potência instalada total de 1.423 MW. O programa alcançou os objetivos propostos em sua primeira etapa, e a participação da energia eólica superou a capacidade prevista em 29%. Apesar disso, os prazos fixados pelo programa para que as usinas entrassem em operação, determinados em sua redação original, foram revistos em razão de dificuldades na obtenção de financiamento junto ao BNDES e incapacidade financeira por parte dos investidores. Isso revelou uma falha no planejamento do programa e um descompasso entre as exigências da política e o contexto econômico e tecnológico da indústria eólica. Ademais, a segunda etapa do programa não foi regulamentada, em razão do novo marco regulatório do SEB, que introduziu mudanças na comercialização de energia elétrica.

Dentre as principais mudanças na estrutura elétrica brasileira, a criação de um ambiente regulado de comercialização, cuja contratação de energia elétrica se dá

através dos leilões de energia (menor tarifa), foi a que mais influenciou a indústria de energia eólica. A garantia de aquisição da energia elétrica com contratos de longo prazo, reajustados com base na inflação, além de outros benefícios previstos na regulamentação, proporcionaram uma redução do risco de geração, impulsionaram investimentos e o avanço da tecnologia, e levaram à redução dos preços da energia eólica. Como resultado, a fonte eólica participou de 16 leilões, entre 2009 e 2015, com uma contratação de aproximadamente 16679 MW de potência, distribuídos entre os principais Estados geradores de energia eólica no Brasil.

No que se refere às políticas fiscais, incentivos concedidos para operações que envolvem a energia eólica, como a isenção de ICMS e IPI, por exemplo, constituíram-se em melhorias financeiras e encorajaram investidores a lançarem-se nessa indústria. Além disso, as linhas de crédito do PRONAF (Ministério da Agricultura), FINEM e FINAME (BNDES), possibilitaram financiamentos a juros mais baixos para aquisição de máquinas e equipamentos e implementação e modernização de projetos relacionados à energia eólica.

Em relação às políticas de inovação, verificou-se que o Governo brasileiro não instituiu uma política deliberada de inovação, que estimulasse a aprendizagem e a internalização do processo produtivo da tecnologia dessa indústria. Entretanto, cabe destacar que existem projetos de cooperação internacional e projetos de P&D que têm como objeto de estudo as fontes renováveis de energia, visando aprimorar a prestação de serviços (eficiência energética) e incentivar a criação de novos equipamentos. Os projetos de P&D são subsidiados por agências de fomento e instituições de pesquisa, vinculadas ao MCTIC e à ANEEL.

Outro fator importante, que contribuiu para o avanço do setor eólico brasileiro, diz respeito às mudanças no cenário internacional, que contribuíram para a queda do preço da tecnologia eólica. O alto custo tecnológico da fonte eólica constituiu um dos principais entraves para o avanço do setor eólico brasileiro, pois até 2007, havia somente uma fabricante presente no país, a alemã *Wobben Windpower*. Com a crise financeira internacional ocorrida em 2008, os países líderes em capacidade instalada de energia eólica, como Estados Unidos, Alemanha e Espanha, por exemplo, limitaram seus investimentos para o setor de energias renováveis. Com isso, o mercado de tecnologia eólica voltou-se para os países em desenvolvimento, o que resultou na queda do preço da tecnologia e na entrada de subsidiárias no Brasil.

Atualmente, há aproximadamente dez empresas fornecedoras de aerogeradores, dentre outras que atuam no ramo de pás e torres.

Já no cenário internacional, a mesma tendência de crescimento da capacidade instalada de energia eólica foi observada em outros países do mundo, como China, Estados Unidos e Alemanha, que lideram o *ranking* mundial em potência de energia eólica. Na América do Sul, a exemplo do Brasil, países como Chile, Peru, Uruguai e Argentina têm investido nessa fonte de energia para geração de eletricidade, com o intuito de incrementar a oferta de energia, tornar-se autossustentável na geração de energia e reduzir a dependência por combustíveis fósseis.

Por fim, o uso da fonte eólica para produção de energia eólica tem trazido benefícios socioambientais, pela quantidade de empregos gerados em todas as etapas da cadeia de energia eólica, das emissões de CO₂ (toneladas) que são evitadas e da possibilidade de complementariedade dessa fonte com a fonte hídrica.

Restam, no entanto, barreiras importantes que devem ser mitigadas, para que setor avance em seu desenvolvimento.

Um problema recorrente refere-se ao planejamento da transmissão: atrasos no licenciamento e na construção de linhas de transmissão têm afetado diretamente os empreendedores, que não conseguem conectar-se à rede para o despacho da energia produzida.

Outro ponto relevante, refere-se à ausência de uma política que estimule a indústria tecnológica brasileira e promova a aprendizagem no âmbito nacional. Com o mercado internacional aquecido, é importante que o Brasil seja capaz de desenvolver a tecnologia eólica internamente, a fim de tornar essa fonte mais competitiva no país. Além disso, como líder regional na América do Sul, tendo em vista o interesse dos países vizinhos em expandir esse setor, deve-se considerar a possibilidade de o Brasil atuar também como fornecedor de serviços e equipamentos eólicos nessa região. Diante desse cenário, propõe-se a criação de uma política nacional voltada para a internalização e aprendizagem da tecnologia eólica, que resulte na geração de benefícios sociais (geração de emprego e renda) e econômicos (exportação de equipamentos) para o país. Dessa forma, esta política deve fornecer subsídios (econômicos, dentre outros) que atraiam o interesse do setor privado para investir nessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA [Associação Brasileira de Energia Eólica]. **Boletim Maio de 2016**. São Paulo: ABEEÓLICA, 2016.

_____. **Boletim Anual de Geração Eólica 2016**. São Paulo: ABEEÓLICA, 2017.

ABRADEE [Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica]. **Leilões de Energia**. Brasília: ABRADEE, 2017. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/leiloes-de-energia>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

ADME [Administración del Mercado Eléctrico]. **Informe Anual 2015**. Montevideo: ADME, 2016.

AFSHARI, A.; FRIEDRICH, L. A proposal to introduce tradable energy savings certificates in the emirate of Abu Dhabi. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 1342-1351, 2016.

ALVAREZ-HERRANZA, A; BALSALOBRE-LORENTEB, D; SHAHBAZC, M, CANTOS, J. M. Energy innovation and renewable energy consumption in the correction of air pollution levels. **Energy Policy**, v. 105, p. 386-397, 2017.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Chamada Aneel de Projetos P&D Estratégico nº 017/2013**. Brasília: ANEEL, 2013. 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: 10 jun. 2017.

_____. **Resolução Normativa nº 481, de 17 de abril de 2012**. Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012481.pdf>>. Acesso em 10 de jul. 2017.

_____. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2015.

_____. Banco de Informações da Geração - BIG. **Capacidade Instalada de Energia Eólica**. Brasília: ANEEL, 2017a.

_____. Banco de Informações da Geração - BIG. **Usinas em Operação e em Construção**. Brasília: ANEEL, 2017b.

AQUILA, G, ROCHA, L. C. S; JUNIOR, R. P; PAMPLONA, E. O; QUEIROZ, A. R; PAIVA, A. P. Wind power generation: an impact analysis of incentive strategies for cleaner energy provision in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v 137, p. 1100-1108, 2016.

AQUILA, G; PAMPLONA, E. O; QUEIROZ, A. R; JUNIOR, R. P; FONSECA, M. N. An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 1090-1098, 2017.

ARAÚJO, M. S. M; FREITAS, M. A. V. Acceptance of renewable energy innovation in Brazil - case study of wind energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, p.584-591, 2008.

ARGENTINA. **Ley 26.190 de 06 de diciembre de 2006**. Regimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energia Destinada a la Produccion de Energia Electrica. Buenos Aires: 2006. Disponível em: <http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/images/stories/Argentina_LEY%2026190.pdf>. Acesso em: 03 de jul. 2017.

_____. Presidencia de la Nacion. **Decreto nº 562 de 15 de mayo de 2009**. Reglaméntase la Ley N° 26.190 relacionada al Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Buenos Aires: 2009. Disponível em: <<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/153580/norma.htm>>. Acesso em: 03 de jul. de 2017.

_____. **Resolución 136 - E/2016**. Energía Eléctrica de Fuentes Renovables. Convocatoria Abierta Nacional e Internacional. Buenos Aires: 2016. Disponível em: <<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/260000-264999/263786/norma.htm>>. Acesso em 13 de jul. 2017.

BARDELIN, C. E. A. **Os Efeitos do Racionamento de Energia Elétrica Ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com Ênfase no Consumo de Energia Elétrica** (Dissertação de Mestrado). São Paulo: ESCOLA POLITECNICA/USP, 2004.

BINAS, F. Leilão A-3 pode não ter mais ICG. **Jornal da Energia**, 2013.

BIRD, L; BOLINGER, M; GAGLIANO, T; WISER, R; BROWN, M; PARSONS, B. Policies and market factors driving wind power development in the United States. **Energy Policy**, v. 33, p.1397-1407, 2005.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 3.827, de 31 de maio de 2001**. Brasília: 2001a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3827.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. **Resolução nº 24, de 05 de julho de 2001**. Brasília: 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. _____. **Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003.** Brasília: 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.762.htm>. Acesso em: 28 mai. 2016.

_____. _____. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004.** Brasília: 2004a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. _____. **Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004.** Brasília: 2004b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. _____. **Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.** Brasília: 2004c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM>. Acesso em: 28 mai. 2016.

_____. _____. **Lei nº 11.075, de 30 de dezembro de 2004.** Brasília: 2004d. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/L11075.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

_____. _____. **Portaria nº 45, de 30 de março de 2004.** Brasília: 2004e. Disponível em: <http://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/programas/proinfra/Portaria_MME_n_45-2004.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2017.

_____. _____. **Decreto nº 6.460, de 19 de maio de 2008.** Brasília: 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6460.htm>. Acesso em: 30 de jun. 2017.

_____. _____. **Decreto nº 7.212, de 15 de junho de 2010.** Brasília: 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7212.htm>. Acesso em: 13 de jul. 2017.

_____. _____. **Medida Provisória nº 517, de 30 de dezembro de 2010.** Brasília: 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Mpv/517.htm>. Acesso em: 04 de jul. 2017.

_____. _____. **Lei nº 13.169, de 06 de outubro de 2015.** Brasília: 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm>. Acesso de 20 de jun. 2017.

BNDES [Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social]. **Financiamentos.** Brasília: 2017a. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/financiamentos>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

_____. **Regras para o Credenciamento e Financiamento de Aerogeradores.** Brasília: BNDES, 2017b. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/10f19d81-33df-4c4c-95e0-d7909975c911/credenciamento_aerogeradores_anexo1.pdf?MOD=AJPERES&CVID=lmylw0v>. Acesso em: 1 mar. 2017.

BUTLER, L; NEUHOFF, K. Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development. **Renewable Energy**, n. 22, p. 1-60, 2011.

CAMILLO, E. V. **As Políticas de Inovação da Indústria de Energia Eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/UNICAMP. Campinas: UNICAMP, 2013.

CAMPOS, A.F. **Aula 1: Setor Elétrico Brasileiro.** 13 jun. 2016. Notas de Aula.

CANTÃO, M. P. **Complementaridade Hidroeólica no Território Brasileiro.** Relatório das atividades desenvolvidas durante estágio de pós-doutoramento no Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: PPGERHA, 2015

CASSARO, P. M; PERECIN, D; PARENTE, V; COELHO, S. T. Evolução da capacidade instalada proveniente de recursos eólicos: previsto versus realizado. In: Anais do X Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural (AGRENER), São Paulo: **Anais...**, 2015.

CAVALIERO, C. K. N; SILVA, E. P. Electricity generation: regulatory mechanisms to incentive renewable alternative energy sources in Brazil. **Energy Policy**, v. 33, p. 1745-1752, 2005.

CCEE [Câmara de Comercialização de Energia Elétrica]. **PROINFA – Tratamento da energia do PROINFA na CCEE.** São Paulo: CCEE, 2012.

_____. **Entenda o Modelo Brasileiro.** São Paulo: CCEE, 2016.

_____. **Resultado Consolidado dos Leilões - 05/2017.** São Paulo: CCEE, 2017. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/aceso_rapido_header_publico_nao_logado/biblioteca_virtual?tipo=Resultado%20Consolidado&assunto=Leil%C3%A3o&_afLoop=227516048497883#%40%3F_afLoop%3D227516048497883%26tipo%3DResultado%2BConsolidado%26assunto%3DLeil%25C3%25A3o%26_adf.ctrl-state%3Dze6ccx84o_80>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CHILE. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaria de Economía, Fomento y Econstrucción. **Ley General de Servicios Eléctricos nº 1 de 1982.** Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley Nº 1, de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Electricos, en Materia de Energia Electrica. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 1982. Disponível em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=258171>>. Acesso em: 10 de jul. 2017.

_____. **Ley nº 19.940 de 13 de marzo de 2004.** Regula Sistemas de Transporte de Energia Electrica, Establece un Nuevo Regimen de Tarifas para Sistemas Electricos Medianos e Introduce las Adecuaciones que Indica a la Ley General de Servicios Electricos. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2004. Disponível em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=222380>>. Acesso em: 03 de jul. 2017.

_____. **Decreto nº 244 de 02 de septiembre de 2005.** Aprueba Reglamento para Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Generación Establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2005. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=246461>>. Acceso em: 30 de jun. 2017.

_____. **Ley nº 20.257 de 01 de abril de 2008.** Introduce Modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos Respecto de la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes de Energías Renovables no Convencionales. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008a. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=270212>>. Acceso em: 30 de jun. 2017.

_____. Ministerio de Relaciones Exteriores. **Decreto nº 267 de 07 de febrero de 2008.** Promulga el convenio con Alemania sobre cooperación financiera 2007. Santiago: Ministerio de Relaciones Exteriores, 2008b. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=269150>>. Acceso em: 01 de jul. 2015.

_____. **Decreto nº 58 de 30 de abril de 2010.** Promulga el acuerdo entre la república de Chile y la república federal de Alemania sobre el proyecto "estrategia de expansión de las energías renovables en los sistemas eléctricos interconectados (con estudios sobre redes)". Santiago: Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010a. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1012833>>. Acceso em: 01 de jul. 2015.

_____. **Decreto nº 84 de 21 de julio de 2010.** Promulga el protocolo complementario al tratado de Maipú de integración y cooperación entre la república de Chile y la república Argentina para la constitución de un grupo de trabajo especial para la adopción de un acuerdo general sobre libre circulación de personas. Santiago: Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010b. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=269150><https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1014678>>. Acceso em: 01 de jul. 2015.

_____. Ministerio de Agricultura. **Decreto nº 59 de 10 de agosto de 2010.** Fija Reglamento de la Ley N° 20.412 que Establece un Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios. Santiago: Ministerio de Agricultura, 2010c. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1016085>>. Acceso em: 04 de jul. 2017.

_____. Ministerio de Energía. **Ley nº 20.571 de 22 de marzo de 2012.** Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales. Santiago: Ministerio de Energía, 2012. Disponible em: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1038211>>. Acceso em: 01 de jul. 2017.

_____. **Ley nº 20.805 de enero de 2015.** Perfecciona el Sistema de Licitaciones de Suministro Eléctrico para Clientes Sujetos. Santiago: Ministerio de Energía, 2015. Disponible em: <http://www.sec.cl/transparencia/docs2015/Ley_20805.pdf>. Acceso em: 01 de jul. 2015.

CNE/ENERGÍA [Comisión Nacional de Energía / Ministerio de Energía]. **Anuario Estadístico de Energía 2005-2015.** Santiago: CNE/ENERGIA, 2016.

CNEA [Comisión Nacional de Energía Atómica]. **Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina**. Buenos Aires: CNEA, 2017.

CONFAZ [Conselho Nacional de Política Fazendária]. **Convênio ICMS nº 101/97**. Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica. Rio de Janeiro: CONFAZ, 1997. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/cv101_97>. Acesso em: 13 de jul. 2017.

_____. **Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015**. Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília: CONFAZ, 2015a. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv016_15>. Acesso em 05 de jul. 2017.

_____. **Convênio ICMS nº 44, de 3 de junho de 2015**. Dispõe sobre a adesão do Estado do Rio Grande do Norte ao Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília: CONFAZ, 2015b. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv044_15>. Acesso em 04 de jul. 2017.

_____. **Convênio ICMS nº 52, de 30 de junho de 2015**. Dispõe sobre a adesão dos Estados do Ceará e do Tocantins ao Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília: CONFAZ, 2015c. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv052_15>. Acesso em 04 de jul. 2017.

_____. **Convênio ICMS nº 130, de 04 de novembro de 2015**. Dispõe sobre a adesão dos Estados da Bahia, Maranhão e Mato Grosso e do Distrito Federal ao Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília: CONFAZ, 2015d. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv130_15>. Acesso em: 04 de jul. 2017.

_____. **Convênio ICMS nº 157, de 18 de dezembro de 2015**. Dispõe sobre a adesão dos Estados de Acre, Alagoas, Minas Gerais¹, Rio de Janeiro, e Rio Grande do Sul ao Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº

482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília: CONFAZ, 2015e. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv157_15>. Acesso em: 04 de jul. 2017.

CORSATEA, T. D; GIACCARIA, S; ARÁNTEGUI, R. L. The role of sources of finance on the development of wind technology. **Renewable Energy**, v. 66, p. 140-149, 2014.

CUBEROS, F. **Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro**: análise dos mecanismos de mitigação de risco de mercado das distribuidoras (Tese de doutorado). São Paulo: USP, 2008.

DALBEM, M. C; BRANDÃO, L. E. T; GOMES, L. L. Can the regulated market help foster a free market for wind energy in Brazil? **Energy Policy**, v. 66, p. 303-311, 2014.

DARMANI, A; RICKNE, A; HIDALGO, A; ARVIDSSON, N. When outcomes are the reflection of the analysis criteria: a review of the tradable green certificate assessments. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 372-381, 2016.

DUTRA, R. M. **Propostas de Políticas Específicas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007.

DUTRA, R. M; SZKLO, A. S. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: scenarios for the Alternative Energy Sources incentive Program (PROINFA) under the new Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**, v. 33, p. 65-76, 2007.

EIA [U.S. Energy Information Administration]. **International Energy Outlook 2016**. Washington, D.C: EIA, 2016.

_____. **Electricity Generation Statistics**. Washington, D.C: EIA, 2017.

EL-KARMI, F; ABU-SHIKHAH, N. M. The role of financial incentives in promoting renewable energy in Jordan. **Renewable Energy**, v. 57, p. 620-625, 2013.

ELETROBRÁS [Centrais Elétricas Brasileiras S.A]. **Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia – PROINFA**: Relação de empreendimentos contratados. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2005.

ENERGÍA [Ministerio de Energía]. **Estrategia Nacional de Energía 2012-2030**. Santiago: ENERGÍA, 2012.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

_____. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2017 – Ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

_____. **Balanço Energético Nacional 2006 – Ano base 2005**. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

FERREIRA, H. T. **Energia Eólica**: barreiras a sua participação no setor elétrico brasileiro. 2008. 111 f. Dissertação de Mestrado – PIPGE/USP. São Paulo: PIPGE/USP, 2008.

FOXON, T. J; GROSS, R; CHASE, A; HOWES, J.; ARNALL, A; ANDERSON, D. UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. **Energy Policy**, v. 33, p. 2123-2137, 2005.

FUCHS, D. A; ARENTSEN, M. J. Green electricity in the market place: the policy challenge. **Energy Policy**, v. 30, p. 525-538, 2002.

GELLER, H; SCHAEFFER, R; SZKLO, A; TOLMASQUIM, M. T. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. **Energy Policy**, v. 32, p.1437-1450, 2004.

GENERADORAS DE CHILE. **Boletín Generation Febrero 2017**. Santiago: Generadoras de Chile, 2017. Disponível em: <http://generadoras.cl/media/Boletin_Generacion_Febrero_2017.pdf>. Acesso em: 10 Jun. 2017.

GWEC [Global Wind Energy Council]. **Global Wind Report**. Bélgica: GWEC, 2016.

_____. _____. **Global Wind Report**. Bélgica: GWEC, 2017.

HDIDOUAN, D; STAFFELL, I. The impact of climate change on the levelised cost of wind energy. **Renewable Energy**, v. 101, p. 575-592, 2017.

HIRTH, L; MÜLLER, S. System-friendly wind power: how advanced wind turbine design can increase the economic value of electricity generated through wind power. **Energy Economics**, v. 56, p. 51-63, 2016.

ICEX [Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Montevideo]. **El Sector de Iás Energías Renovables em Uruguay**. Montevideo: ICEX, 2012. Disponível em: <http://www.aprean.com/internacional/estudios/EERR_URUGUAY.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

IRENA [International Renewable Energy Agency]. **Analisis del Mercado de Energías Renovables**. Abu Dhabi: IRENA, 2016.

JACOBS, D.; MARZOLF, N.; PAREDES, J. R.; RICKERSON, W.; FLYNN, H.; BIRCK, C. B., PERALTA, M. S. Analysis of renewable energy incentives in the Latin America and Caribbean region: the feed-in tariff case. **Energy Policy**, v. 60, p. 601-610, 2013.

JONG, P; KIPERSTOK, A; SANCHEZ, A. S; DARGAVILLE, R; TORRES, E. A. Integrating large scale wind power into the electricity grid in the Northeast of Brazil. **Energy**, v. 100, p. 401-415, 2016.

KAPLAN, Y. A. Overview of wind energy in the world and assessment of current wind energy policies in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 562-568, 2015.

KISSEL, J. M; KRAUTER, S. C. W. Adaptations of renewable energy policies to unstable macroeconomic situations - case study: wind power in Brazil. **Energy Policy**, v. 34, p. 3591-3598, 2006.

KREISS, J; EHRHARD, K. M.; HAUFE, M. C. Appropriate design of auctions for renewable energy support – pre qualifications and penalties. **Energy Policy**, v. 101, p. 512-520, 2017.

LEWIS, J. I; WISER, R. H. Fostering a renewable energy technology industry: an international comparison of wind industry policy support mechanisms. **Energy Policy**, v. 35, p. 1844-1857, 2007.

LINNERUD, K; HOLDEN, E. Investment barriers under a renewable-electricity support scheme: differences across investor types. **Energy**, v. 87, p. 699-709, 2015.

MARAMBIO, R; RUDNICK, H. A novel inclusion of intermittent generation resources in long term energy auctions. **Energy Policy**, v. 100, p. 29-40, 2017;

MEM [Ministerio de Energía y Minas]. **Balance Energético y Indicadores 2016**. Distrito de Lima: MEM, 2017.

_____. **Balance Nacional de Energía 2005**. Distrito de Lima: MEM, 2005.

MCTIC [Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações]. 2017. **Informações relacionadas à energia eólica envolvendo tecnologia e inovação**. Resposta concedida a Luan Tolentino dos Santos em réplica à solicitação de informações sob protocolo nº 01390.000860/2017-16, através da Lei de Acesso à Informação, por Alvaro Toubes Prata, Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Brasília, 21 de agosto de 2017.

MME/EPE [Ministério de Minas e Energia / Empresa de Pesquisa Energética]. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília: MME/EPE, 2015. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017

MME [Ministério de Minas e Energia]. **Capacidade Instalada de Energia Elétrica 2016**. Brasília: MME, 2017.

_____. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Dezembro/2015**. Brasília: MME, 2016a.

_____. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Agosto/2016**. Brasília: MME, 2016b.

MIEM [Ministerio de Industria, Energía y Minería]. **Balance Energetico Preliminar 2016**. Montevideo: MIEM, 2017a.

_____. **Decretos Vinculados a Iãs Energías Renovables**. Montevideo: MIEM, 2017b. Disponível em: <<http://www.dne.gub.uy/web/energia/-/decretos-vinculados-a-las-energias-renovables>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

MINEM [Ministerio de Energía y Minería]. **Balance Energético Nacional: Serie 2010 - 2015**. Capital Federal de La República Argentina: MINEM, 2016a.

_____. **RenovAr Plan de Energías Renovables**. Capital Federal de La República Argentina: MINEM, 2016b.

_____. **Balance Energético Nacional: Serie 2000 - 2009**. Capital Federal de La República Argentina: MINEM, 2016c.

MONDAL, A. H.; KAMP, L. M.; PACHOVA, N. I. Drivers, barriers, and strategies for implementation of renewable energy technologies in rural areas in Bangladesh-An innovation system analysis. **Energy Policy**, v. 38, p. 4626-4634, 2010.

MORENO, J; MOCARQUER, S; RUDNICK, H. **Generación Eólica en Chile: Análisis del Entorno y Perspectivas de Desarrollo**. IEEE Andescon, Ecuador, 2006.

MORETTO, E. M; GOMES, C. S; ROQUETTI, D. R; JORDÃO, C. de O. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 141-164, 2012.

NESTA, L; VONA, F; NICOLLI, F. Environmental policies, competition and innovation in renewable energy. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 67, 396–411, 2014.

NOGUEIRA, L. P. P. **Estado atual e perspectivas futuras para a indústria eólica no Brasil**. 2011. 154P. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2011.

NORDENSVÄRD, J; URBAN, F. The stuttering energy transition in Germany: wind energy policy and feed-in tariff lock-in. **Energy Policy**, v. 82, p. 156-165, 2015.

OEBELS, K. B; PACCA, S. Life cycle assessment of an onshore wind farm located at the northeastern coast of Brazil. **Renewable Energy**, v. 53, p. 60-70, 2013.

OECD [Organization for Economics Co-operation and Development]. **Economic Outlook 89**. Paris, 2011.

OSINERGMIN [Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería]. **La Industria de la Electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país**. Distrito de Lima, 2016.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F. R; PES, M. P; SEGUNDO, E. I. C; LYRA, A. A. The impacts of global climate changes on the wind power density in Brazil. **Renewable Energy**, v. 49, p. 107-110, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, A. O.; COSTA, R. C.; COSTA, C. V.; MARRECO, J. M.; ROVERE, E. L. Perspectives for the expansion of new renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 49–59, 2013.

PERU. **Decreto Supremo nº 025 de 03 de maio de 2007**. Aprueban Reglamento de la Ley Nº 28749, Ley General de Electrificación Rural. Distrito de Lima: OSINERGMIN,

2007. Disponível em: <http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%B0%20025-2007-EM%20-%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20Electrificaci%C3%B3n%20Rural.pdf>. Acesso em: 02 de jul. 2017

PIERALLI, S; RITTER, M; ODENING, M. Efficiency of wind power production and its determinants. **Energy**, v. 90, p. 429-438, 2015.

RAADAL, H. L; DOTZAUER, E; HANSEN, O. J; KILDAL, H. P. The interaction between Electricity Disclosure and Tradable Green Certificates. **Energy Policy**, v. 42, p. 419-428, 2012.

REICHE, D.; BECHBERGER, M. Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states. **Energy Policy**, v. 32, p. 843-849, 2004.

REN21 [Renewable Energy Policy Network for the 21st Century]. **Global Status Report**. Paris: REN21, 2016.

SAUMA, E. E. **Políticas de Fomento a las Energías Renovables no Convencionales (ERNC) en Chile**. Santiago: Escuela de Ingeniería/Universidad de Chile, 2012.

SEN, S.; GANGULY, S. Opportunities, barriers and issues with renewable energy development – a discussion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, p. 1170-1181, 2017.

SILVA, N. F. da. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: o caso da energia eólica** (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006.

_____. **Energias Renováveis na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: o caso da energia eólica**. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

SILVA, N. F. da; ROSA, L. P.; FREITAS, M. A. V.; PEREIRA, M. G. Wind energy in Brazil: from the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 686-697, 2013.

SIMAS, M. **Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada**. Dissertação de Mestrado. PPGE/USP, São Paulo, 2012.

SIMAS, M; PACCA, S. Assessing employment in renewable energy technologies: a case study for wind power in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 83–90, 2014.

SEEG [Sistema de Estimativa de Emissão de Gases]. **Tabela Geral de Emissões**. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/tabela-geral-de-emissoes/>>. Acesso em: 10 de jul. 2016.

TANTAUA, A; CHINIEA, A; CARLEA, F. Corporate entrepreneurship and innovation in the renewable energy field. **Procedia Economics and Finance**, v. 22, p. 353-362, 2015.

TIMILSINA, G. R; KOOTEN G. C. V; NARBEL, P. A. Global wind power development: economics and policies. **Energy Policy**, v. 61, p. 642–652, 2013.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia; Brasília: EPE, 2015.

URUGUAY. Dirección General Impositiva (DGI). **Resolución nº 67 de 08 de fevereiro de 2002**. La solicitud de incluir determinados bienes en la nómina que establece el numeral 1º de la Resolución de la Dirección General Impositiva Nº 305/979 de 30 de noviembre de 1979. Montevideo: DGI, 2002. Disponível em: <<http://www.energiaeolica.gub.uy/uploads/documentos/Resolucion%2067002%20art%2038%20decreto%20220998.pdf>>. Acesso em: 02 de jul. 2017

_____. Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales (IMPO). **Decreto nº 403 de 24 de agosto de 2009**. Celebracion de Contratos de Compraventa para la Produccion de Energia Electrica de Fuente Eolica. Montevideo: IMPO, 2009. Disponível em: <<https://www.impo.com.uy/bases/decretos/403-2009>>. Acesso em: 02 de jul. 2017

URUGUAY XXI. **Energías Renovables en Uruguay**. Montevideo: Uruguay XXI, 2017.

UTE [Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas]. **Composición de la generación uruguaya**. Montevideo: UTE, 2017. Disponível em: <<http://www.ute.com.uy/SgePublico/ConsSuministroGenUruguaya.aspx>>. Acesso em: 05 de mai. 2017.

VIRGILITTO, S. B. **Estatística aplicada**, 3. ed. São Paulo: Edicon, 2006.

WACHSMANN, U; TOLMASQUIM, M. T. Wind power in Brazil - transition using German experience. **Renewable Energy**, v. 28, p. 1029-1038, 2003.

WANG, S.; WANG, S.; SMITH, P. Ecological impacts of wind farms on birds: Questions, hypotheses, and research needs. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 44, p. 599-607, 2015.

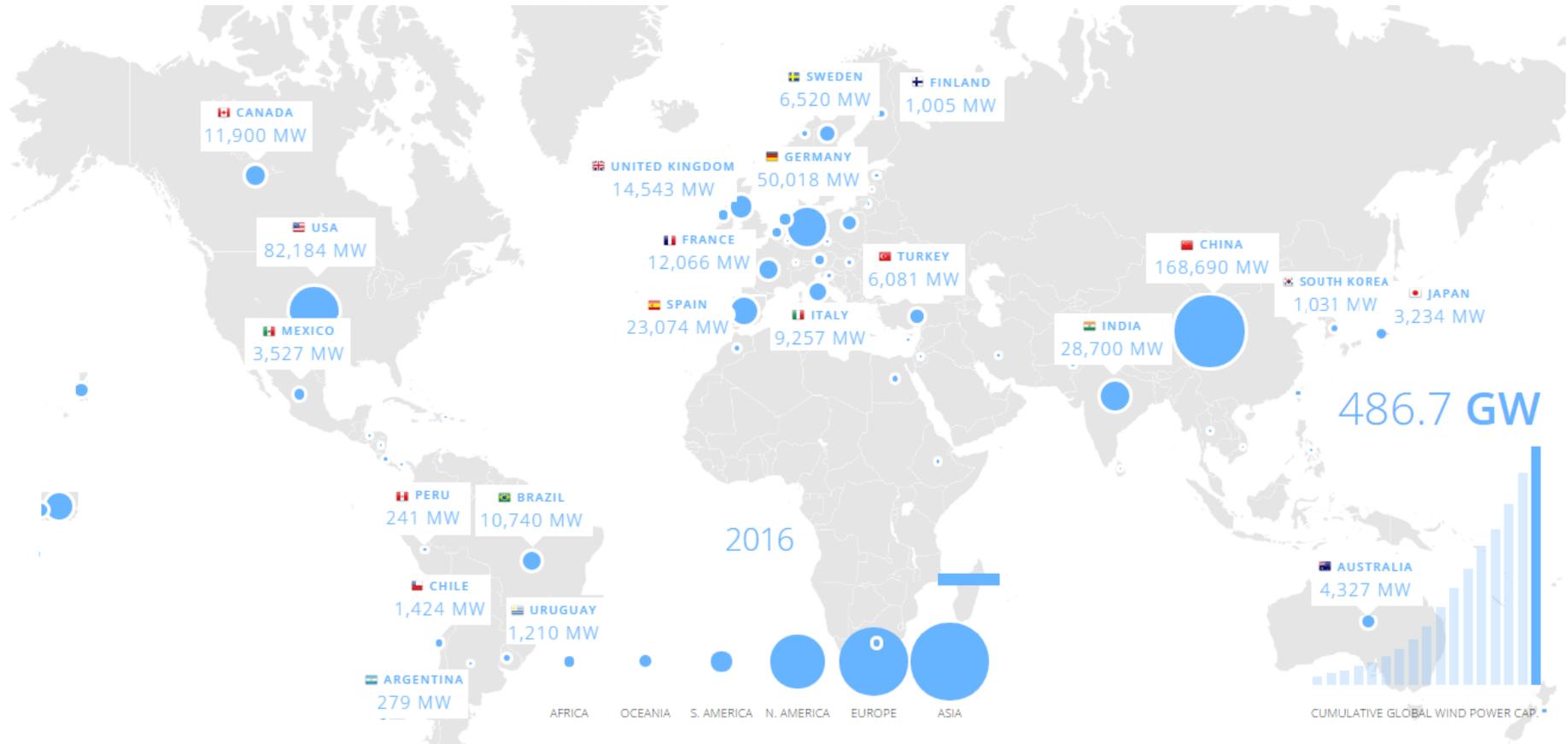
WATTS, D; OSES, N; PÉREZ, R. Assessment of wind energy potential in Chile: A project-based regional wind supply function approach. **Renewable Energy**, v. 96, p. 738-755, 2016.

WWF Brasil. **Desafios e Oportunidades para a Energia Eólica no Brasil: recomendações para políticas públicas**. [s.l]: 2015. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/publicacoes_mudancas_climaticas_e_energia/?uNewsID=46523>. Acesso em: 16 de jun. 2017.

ZHAO, X; LI, S; ZHANG, S; YANG, R; LIU, S. The effectiveness of China's wind power policy: An empirical analysis. **Energy Policy**, v. 95, p. 269-279, 2016.

ANEXOS

ANEXO 1 - MAPA GLOBAL DE ENERGIA EÓLICA: CAPACIDADE INSTALADA ACUMULADA (MW)- ANO 2016



Fonte: GWEC (2017).