

**POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O FOMENTO DA INSERÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NA
COMPOSIÇÃO DA MATRIZ BRASILEIRA DE OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA**

EDUARDO JONAN CERVANTES LOZORNIO

eduardocervantes@usp.br

RITA LOPES MORO

ritalopes@usp.br

JHONATHAN FERNANDES TORRES DE SOUZA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

jhonathan.souza@usp.br

ANDRÉ FELIPE SIMÕES

afsimoes@usp.br

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O FOMENTO DA INSERÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NA COMPOSIÇÃO DA MATRIZ BRASILEIRA DE OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Resumo

A energia eólica tem sido considerada uma fonte energética de baixo carbono, em crescimento mundial, e promissora para substituição do combustível fóssil. Desta forma, este artigo tem por objetivo identificar as políticas brasileiras de fomento da energia eólica na matriz brasileira de oferta de energia elétrica. Para tanto, se constitui de uma pesquisa exploratória, buscando adquirir subsídios científicos na literatura já estudada. Após a revisão da literatura, foi possível depreender que as políticas (a serem capitaneadas, em especial, pelo governo e por agentes privados) mais eficazes para a promoção da energia eólica, centralmente, devem ser as seguintes: políticas destinadas à criação de mercado, políticas de cunho tecnológico e políticas industriais (centradas, fundamentalmente, na consolidação de um parque industrial que signifique a implementação de mais parques eólicos no país com tecnologia majoritariamente brasileira, no caso). A partir desta definição foi possível classificar e chegar a um agrupamento destas políticas no contexto da realidade do país. Destarte, conclui-se que no Brasil a política de fomento à criação de mercados tem impulsionado o investimento em energia eólica, por meio de incentivos e linhas de créditos, enquanto que a política destinada, principalmente, ao fomento da industrial nacional está avançando, mantendo-se a cadeia produtiva composta em sua maioria por empresas multinacionais, no desenvolvimento tecnologia subsidiárias.

Palavras-chave: Energia Eólica no Brasil, Políticas Públicas, Tecnologia, Mercado, Indústria

Abstract

Wind energy has been considered a low-carbon, growing, and promising source of energy for fossil fuel replacement. In this way, this article aims to identify the Brazilian policies for the promotion of wind energy in the Brazilian electricity supply matrix. For that, it is an exploratory research, seeking to acquire scientific subsidies in the literature already studied. After reviewing the literature, it has been possible to infer that the most effective policies for the promotion of wind power, to be managed by the government and private agents, should be the following: policies for market creation, technological policies and industrial policies (basically focused on the consolidation of an industrial park that means the implementation of more wind farms in the country with Brazilian technology, in this case). From this definition it was possible to classify and arrive at a grouping of these policies in the context of the reality of the country. Thus, it is concluded that in Brazil the policy of fostering the creation of has driven the investment in wind energy, through incentives and credit lines, while the policy aimed, mainly, at the promotion of the national industrial is advancing, keeping is the productive chain composed mostly by multinational companies in the development of technology subsidiaries.

Keywords: Wind Energy in Brazil, Public Policies, Technology, Market, Industry

1 Introdução

As estratégias produtivas adotadas desde a revolução industrial trouxeram consigo a errônea ideia de que os recursos naturais eram infinitos, porém não se tinha consciência dos problemas ambientais que o modelo econômico vigente ocasionaria para o futuro.

As mudanças climáticas decorrentes dos últimos duzentos anos é o resultado das ações das gerações passadas, ou seja, possuem um caráter de longo prazo, não ocorrendo de forma imediata. De acordo com o MMA (2008, p.17) “isto explica a importância que os países em desenvolvimento dão à consideração das emissões históricas na análise da atribuição das responsabilidades de cada país na mudança do clima, particularmente os países desenvolvidos”.

Os estudos demonstram que a temperatura média da Terra está aumentando, inferindo-se que a forçante antrópica das últimas décadas são a principal causa deste aquecimento (IPCC, 2014), em função da grande quantidade de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, decorrentes do uso intensivo de combustíveis fósseis, alterações do uso da terra, aumento na utilização de energia, entre outros fatores (MMA, 2008). Assim, é de grande importância encontrar novas formas de mitigação e adaptação para a redução destes gases como forma de diminuir os impactos no clima, sendo necessário para isso a adoção de modelos econômicos sustentáveis que facilitem o acesso de energia limpa, que se estabeleçam políticas públicas para a esfera social, que incentive os investimentos em vários setores como a agricultura e tecnologia e sobretudo, que existam mudanças nos sistemas de produção e nos padrões de consumo.

De acordo com Silva (2009), a geração de energia elétrica possui um importante papel no PIB de uma nação e também tem relação com grande parte emissão de GEE, que conforme Silva e Vieira (2016) corresponde a aproximadamente 65%, tornando necessária uma diversificação e adoção de energias renováveis de baixo carbono como forma de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis. O Brasil, nesse aspecto, possui grande destaque com apenas 16,5% das emissões de GEE, em função de ter uma matriz elétrica relativamente renovável.

A busca pelas fontes renováveis, principalmente pelos países desenvolvidos, tem grande relação com a crise do petróleo ocorrida nos anos 70, do que realmente com a mitigação das mudanças climáticas em si (YERGIN, 2014; SILVA; VIEIRA, 2016; AQUILA, et al. 2017). No entanto, em um contexto global, as convenções tiveram impacto positivo na adoção dessas fontes de baixo carbono (AQUILA, et al. 2017) como a Conferência sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro, que teve como objetivo buscar conjuntamente medidas que reduzissem as interferências antrópicas sobre o meio ambiente, para alcançar um desenvolvimento sustentável, sem comprometer as gerações futuras ou o Protocolo de Kyoto, originado durante a Conferência das Partes no Japão (COP 3) em 1997 e em vigor desde 2005, que além de estabelecer metas de redução de GEE de 5,2% entre 2008 e 2012, também criou mecanismos flexíveis para atingir tais objetivos, como: Implementação conjunta, Mercado de desenvolvimento limpo (MDL), e Comercio de Emissões.

Outro acordo foi o denominado Acordo de Paris, surgido durante a COP 21 e assinado em 2016, que rege as reduções de GEE a partir de 2020. Para consegui-lo, cada país elaborou sua própria contribuição nacionalmente determinada (*Nationally Determined Contributions* - NDC¹). A NDC do Brasil propõe reduzir em 37% até 2025 e 43% de emissões até 2030, em relação aos níveis de 2005, e prevê o aumento da parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar (UNFCCC, 2015; BRASIL, 2017; PASQUAL, 2016; AQUILA, et al. 2017).

¹ Antes do país ratificar o protocolo, o acrônimo inclui a letra “I” de *Intended* (pretendida), após a ratificação, o compromisso passa a ser oficial, e o documento passa a ser somente NDC.

O Brasil possui grande potencial de geração de energia renovável, além de um grande índice de atratividade do mercado investidor. Segundo Silva e Vieira (2016), o país é referência nas negociações que envolvem as questões de mudanças climáticas e uso de energias renováveis. Desta forma, a geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis tem grande importância para atingir os objetivos presentes no Acordo de Paris, e a energia eólica representa uma das alternativas a ser utilizada, justificando os objetivos traçados nesse artigo.

No Brasil, o início do setor elétrico foi regido e controlado pelos municípios, estados e governo federal, o que pode ter atrasado o desenvolvimento, em função dos problemas de gestão, descentralizando somente em 1995 (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Já as barreiras técnicas de interligação também ocorrem, mas segundo Farrell (2011), a maior é política, devendo haver medidas para superar esse impasse e oferecer soluções que possibilitem o afastamento da energia elétrica a base de combustíveis fósseis.

Num cenário mundial o Brasil é destaque, ficando na nona posição em capacidade instalada acumulada em 10.740 MW, em quinto lugar no crescimento da capacidade de 2016, com instalação nesse último ano de 2.014 MW (GWEC, 2017), como demonstra a figura 1.

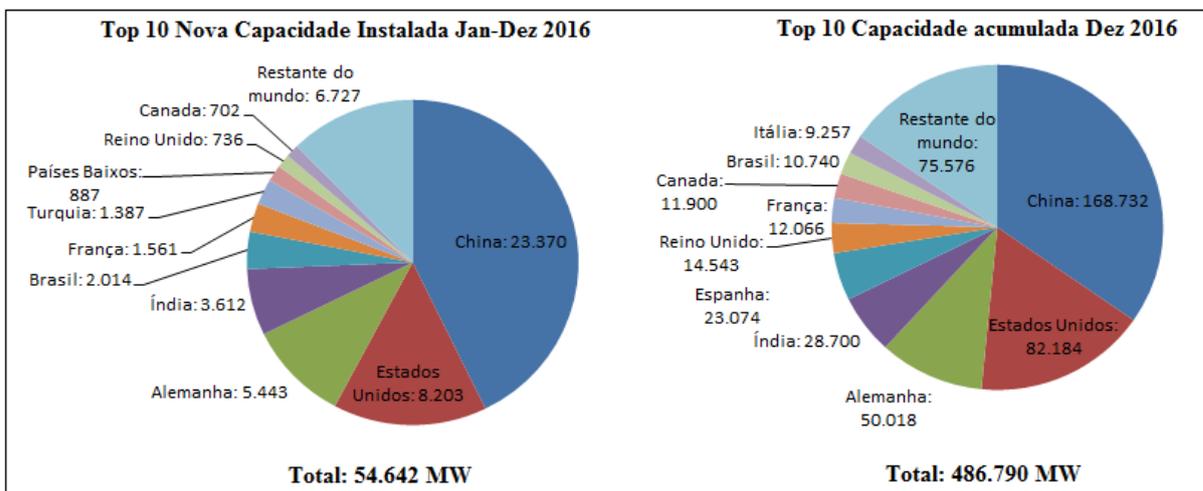


FIGURA 1- Os dez maiores países em capacidade instalada e acumulada. Fonte: Elaborado pelos autores com base em GWEC (2017, p.16)

Para tornar essa forma de geração de energia elétrica competitiva, segundo Camillo (2013), foi necessário a implementação de um conjunto de medidas políticas que promovessem o desenvolvimento tecnológico e incentivasse os investimentos, sendo uma estratégia utilizada por diversos países (SILVA; VIEIRA, 2016). Essas ações institucionais e políticas, segundo Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), se constituem determinantes para o crescimento e investimento dessa forma de energia, como exemplo os casos da China e Índia, países que se destacam tanto na geração quanto na produção da tecnologia da energia eólica.

Desta forma, este artigo tem como objetivo identificar as políticas adotadas pelo governo brasileiro, as quais possibilitaram o avanço da energia eólica dentro do território nacional, buscando classificar conforme Camillo (2013) em: tecnológicas, industriais ou de criação de mercado. E apresentar quais necessitam ser melhor desenvolvidas para que haja aumento na contribuição da energia eólica na matriz elétrica brasileira.

Também apresenta um referencial teórico, elucidando os conceitos principais sobre energia eólica, a definição das políticas de criação de mercado, tecnológica e industrial, pincelando sobre as barreiras que o setor eólico enfrenta e terminando com a apresentação dos impactos socioambientais. E por último proporciona as políticas brasileiras, classificando-as conforme a

literatura, o que possibilitou a elaboração da conclusão sucedida pelas referências bibliográficas.

2 Políticas de promoção à energia eólica

Com o potencial de crescimento das fontes renováveis de energia elétrica, vários estudos estão surgindo para reforçar ou levantar pontos que necessitam ser melhorados por meio de políticas direcionadas (SIMAS; PACCA, 2013), podendo ser de curto prazo, que priorizam ações de subsídios e longo prazo, as quais, criam ambientes mais propício para os investidores além de impactar positivamente no crescimento econômico local, com subsídios diretos e indiretos (AQUILA et al., 2017).

Analisando a literatura que explora as energias renováveis Melo; Jannuzzi e Bajay (2016) concluíram que os países de melhor desempenho na produção de energia elétrica de baixo carbono, adotaram estratégias governamentais que permitiram alavancar tanto em atração de investidores quanto na evolução da tecnologia. Estes mecanismos de governança incluem políticas energéticas, legislação, regulamentação, instrumentos políticos específicos, como mecanismos de financiamento, de criação de mercado, incentivos fiscais, instalações de pesquisa de energia e centros de dados. Também inclui instituições adequadas, como agências de energia e, departamentos, dedicados a implementar, gerenciar e avaliar atividades relacionadas ao desenvolvimento dessa tecnologia. Essas políticas podem ser adotadas a nível, federal, estadual e municipal (FARRELL, 2011).

2.1 Políticas de Criação de Mercado

As políticas de criação de mercado para energia eólica, se tornaram mecanismos muito utilizados pelo governo para incentivar a introdução e avanços tecnológicos. Nesse modelo o governo adquire e cria meios para promover e incentivar a adoção da energia renovável. Vários mecanismos são adotados como demonstra o Quadro 2, mas o que possui maior implementação no mercado é: a tarifa *feed-in* e os leilões. As tarifas *feed-in* garantem estabilidade financeira e contratos de longo prazo, diminuindo os riscos em função da garantia de compra pelo governo da energia gerada. Suas políticas priorizam: a garantia de acesso à energia elétrica, contratos que estabelecem o suprimento de energia a longo prazo e são calculados com base em custos nivelados de geração compatível com cada fonte. O programa de tarifas *feed-in* da Alemanha foi um dos mais bem-sucedidos e impactou positivamente na geração de empregos (AQUILA, et al., 2017).

Os leilões conhecidos como "leilões de demanda" ou "leilões de contratos", são processos no qual o governo abre concorrência para adquirir certa capacidade ou geração de eletricidade a partir de energias renováveis (EPE, 2014). A geração eólica tem apresentado participação crescente deste mecanismo desde 2009 no cenário brasileiro. As contratações dos últimos anos demonstraram que estes empreendimentos atingiram preços competitivos e impulsionaram a instalação de uma indústria nacional de equipamentos para o atendimento deste mercado. Dessa forma, esta fonte, ainda com grande potencial a ser explorado, se consolida como um dos principais componentes para a expansão da matriz de energia elétrica do Brasil (EPE, 2015).

Alguns dos fatores que podem comprometer a força dos leilões são: as condições específicas do país e acesso ao financiamento, a confiança dos investidores e à presença de um ambiente político propício visando apoiar desenvolvimento de energia renovável (IRENA, 2016).

Quadro 2 – Resumo dos Instrumentos de desenvolvimento do mercado

Instrumentos	Objetivos	Características
Incentivos ou subsídios fiscais	Reduzir os custos de produção e consumo da energia limpa, tornando-a competitiva	Redução/eliminação de encargos e impostos
<i>Feed-in tariffs</i>	Tornar a produção da energia elétrica limpa atrativa para os produtores, oferecendo garantia de compra por um tempo determinado em contrato.	Assegura a compra por um preço <i>premium</i> aos produtores, o que reduz as incertezas, o que possibilita maiores investimentos.
Sistema de Cotas	Ampliar a oferta de eletricidade limpa	Impõem metas anuais de produção e distribuição de eletricidade limpa às concessionárias de eletricidade.
Certificado-verde	Certificar que a eletricidade é limpa impondo obrigação aos consumidores e produtores	Combina obrigação com certificação, porém como é alto a incerteza, não sendo recomendável para países em desenvolvimento.
Fundo de energia renovável	Apoiar ações específicas ao consumo e produção de energia limpa, inclusive P&D	Os recursos vêm, sobretudo, das multas relacionadas ao não cumprimento de metas de aumento da oferta de energia limpa ou redução do consumo de energia convencional.
Sistema voluntário de energia limpa	Parceria entre o público e privado buscando obter recursos adicionais junto aos consumidores dispostos a pagar mais por energia limpa com vistas a reduzir o uso de recursos públicos	Atua através mobilização do interesse e apoio dos consumidores. Também é uma ferramenta para promover ações conjuntas entre setor público e privado, adotado geralmente em países desenvolvidos.
Leilões	Aumentar a concorrência e a abertura para entrada de novos Produtores e reduzir os custos. A energia é vendida a preço conhecido, podendo ocorrer no mercado regulado.	As características podem variar entre leilões organizados e nas diferentes jurisdições. Há vantagens em relação a garantia de receitas a longo prazo e risco em relação ao preço pago, se for muito baixo, não consegue suprir os custos para a produção, ou muito elevado não se tornar viável para os consumidores.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Camillo (2013) e Aquila, et al. (2017).

2.2 Políticas Tecnológicas

A história das políticas tecnológicas é permeada por um conjunto de instrumentos e programas que buscam tanto a criação de demanda quanto a oferta de tecnologia. Esse desenvolvimento para ser sustentável deve ser apoiado em políticas que visam o investimento em programas de P&D local, promovendo a detenção da tecnologia, aumentando a geração de empregos, reduzindo a dependência de países detentores das patentes, e estimulando a criação de uma cadeia de valor (CAMILLO, 2013).

Nos países em desenvolvimento, existem limitações que afetam a formulação de políticas em relação as energias renováveis não convencionais, priorizando outras questões que possuem mais urgência como a erradicação da pobreza. E somado com falta de mão-de-obra qualificada, infraestrutura pobre, baixos níveis de desenvolvimento tecnológico e inovação, falta de apoio financeiro e uma forte influência das empresas estatais de petróleo e eletricidade, os desinvestimentos são constantes (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016).

Conforme Veiga, Oliveira e Pereira (2012), no setor elétrico a maior parte dos custos reside nos investimentos tecnológicos, e em função disso a escolha da tecnologia, as regras de amortização e a remuneração para o investimento, devem ser feitas com intensa análise.

Um exemplo de sucesso, a Alemanha, concentrou seus investimentos em pesquisa e tecnologia. Além disso, o governo forneceu incentivos para usinas de produção de energia renovável através de bolsas, incentivos em dinheiro, empréstimos com juros reduzidos e garantias

públicas. Em 1990 a Alemanha criou lei concedendo o direito ao cidadão e empresas de gerar energia elétrica e distribuir na rede e no ano 2000, foi criada Lei de Energia Renovável, com o objetivo de diminuir a dependência do carvão e energia nuclear. Instrumentos de criação de mercado como as tarifas *feed-in*, garantiu mercados e preços para os produtores, que têm prioridade para acessar a rede assegurada por meio dos regulamentos, por um período de 20 anos. Essas garantias, dentro de um contexto de ausência de barreiras administrativas para acessar a rede, proporcionou um ambiente previsível e credível para investimentos de longo prazo. (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016). A eletricidade tornou-se um pré-requisito indispensável para aumentar atividade econômica e melhorar a qualidade de vida humana.

2.3 Políticas Industriais

Conjuntamente com a criação de mercado e a tecnológica, as políticas industriais são meios essenciais para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva, procurando diminuir barreiras e buscando orientar as ações dos agentes envolvidos em relação ao processo de produção, criando um ambiente normatizado e com padrão a ser seguido.

A eletricidade tornou-se um pré-requisito indispensável para aumentar a atividade econômica e melhorar a qualidade de vida humana. A demanda de energia se incrementou consideravelmente, originando o desenvolvimento de políticas que permitam abastecer desde recurso a população e ao setor industrial para continuar com o modelo produtivo. Segundo Urme (2016), os processos de inovação tecnológica devem avaliar os tipos de tecnologia, os processos governamentais e os impactos quanto positivos como negativos para poder criar políticas industriais sucedidas que contribuam com o desenvolvimento.

Para a produção de energia eólica, os projetos adotam conjunto de normatização que buscam atingir as condições predeterminada. Cada país pode adotar um sistema, sendo que o mais utilizado é o conjunto de normas internacionais IEC-61400, inclusive no Brasil, as quais especificam desde os requisitos de projetos eólicos até a qualidade da energia (EPE, 2014).

3 Barreiras para implementação

O investimento em uma nova fonte de energia renovável, como a eólica, tem relação direta com o cenário de risco em que a economia do país se encontra, ou seja, em países onde há taxas de juros e inflação altas, gera-se um cenário de instabilidade e com consequente diminuição de investimentos, o que se torna prejudicial para tecnologias novas (KISSEL; KRAUTER, 2006). Isso ocorre principalmente em países emergentes (SILVA; VIEIRA, 2016).

Para Aquila et al. (2017), quando se compara os custos para produção das energias renováveis estas são mais elevadas que as convencionais, em função da não detenção da tecnologia, pouco conhecimento por parte dos usuários, instabilidade política e financeira. No entanto os custos da produção de energia eólica se tornam maiores que a hidrelétrica, quando não se consideram os custos totais incluindo as externalidades negativas, que para Jong; Kiperstok; Torres (2015) ao inclui-las a energia eólica se torna mais competitiva. E em uma modelagem, na qual se considera um possível cenário onde há políticas climáticas que envolve a taxa de carbono, a energia eólica também se comporta com maior destaque e menor custo que as outras formas. E com o avanço na curva de aprendizagem dessa tecnologia de geração, cria-se a expectativa de redução progressiva nos próximos anos (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

O Quadro 3 aponta as barreiras, suas características e as possíveis soluções para que possam ser ultrapassadas.

Quadro 3 – Possíveis barreiras à inserção da energia eólica

Tipos	Características	Possíveis soluções
Tecnológicas	Complexidade técnica	Incentivar o desenvolvimento de P&D local, com a inclusão de cursos e difusão do conhecimento científico.
	Imaturidade	Desenvolver com tempo, para isso é necessário a inclusão de incentivos a adoção de normas e padrões
	Incerteza e risco	Criar uma cadeia produtiva local com tecnologia nacional
Infraestrutura e manutenção	Incompatibilidade entre a infraestrutura de distribuição de energia e a distribuição geográfica das unidades de produção de energias renováveis (topologia)	Desenvolver um sistema integrado de distribuição com as outras energias e analisar as condições ambientais prévio
	Deficiência da infraestrutura de manutenção	Mapear as empresas de apoio e fornecer incentivos para o desenvolvimento das que possuem menor presença
Econômicas	Desconhecimento das expectativas e preferências de consumidores e usuários	Promover consulta pública
	Preço elevado do produto	Fornecer incentivos como isenção de impostos e encargos
	Ausência de fornecedores	Mapear as empresas de apoio e fornecer incentivos para o desenvolvimento das que possuem menor presença
	Investimentos iniciais elevados	Desenvolver mecanismos de financiamento com prazos maiores para o pagamento, menores taxas de juros, entre outros
	Risco de obsolescência das unidades produtivas	Substituição em parcial da tecnologia empregada pela de ponta
Regulatórias e políticas	Estruturas regulatórias incompatíveis com a nova tecnologia	Analisar e basear nas políticas dos países pioneiros
	Aversão ao risco por parte dos governos	Adoção de acordos globais forçam a adequação dos países
	Falta de ações direcionadas por parte do governo que definam o papel das novas tecnologias no sistema energético	Criação de organismos para o gerenciamento e fiscalização do setor e a criação de relatórios aumentam a transparência
Culturais e sociais	Ceticismo quanto à forma	Mapear os ventos, promover pesquisas científicas, atrair a atenção da comunidade, difundir as políticas de incentivos e os resultados
	Baixa de aceitação social	Integrar a comunidade nos acordos e na discussão dos novos projetos

Fonte: elaborado pelos autores com base em Camillo (2013).

4 Caso Brasil: Políticas energéticas brasileira em prol à energia eólica

O setor elétrico é considerado um monopólio, com alta verticalização da cadeia produtiva e com baixo domínio na coordenação desses elos, o que comprometia a confiabilidade de suprimento (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Vários mecanismos de interferência do estado para regular esse setor surgiram nos últimos anos, ao passo que exclusivamente o setor de energia eólica tem sido mais recente e tardio, comparado com o restante do mundo.

Os estudos sobre o potencial eólico brasileiro têm sido inventariados desde 1970. A elaboração preliminar do “Atlas de levantamento do potencial eólico nacional”, concebido em 1979 realizado no Nordeste, destacava o recurso a 10m de altura (EPE, 2014), após com as revisões de altura e velocidade teve-se:

- ❖ 1988: revisão das velocidades em altura superiores a 10 m, indicando maiores em função da influência dos relevos;
- ❖ 2001: neste estudo foi introduzido tecnologia mais avançada com uso de modelagens, e contou com medições em altura maiores, chegando até 77, resultando no mapeamento das velocidades médias anuais e no fluxo do potencial de energia eólica para a altura de 50 m; A partir desse último, alguns estados elaboraram seus próprios atlas eólicos.

Houveram várias tentativas por fazer que a energia eólica tivesse uma maior presença no cenário energético brasileiro a traves de uma regulação que permitisse o registro e autorização (REN ANEEL 390/2009), estabelecendo as tarifas e precificação (RES ANEEL 022/2001), criando o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEOLICA) que tinha como meta principal a geração de energia eólica (ANEEL 024/2001), porém todas foram revocadas quase no mesmo ano que surgiram.

Em 2002 foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que busca promover o uso de tecnologias renováveis para a geração de eletricidade através de incentivos e subsídios em perspectiva a curto e longo prazo e conexão ao Sistema Elétrico Interligado Nacional, sendo a primeira política pública efetiva voltada ao setor de energia renováveis.

A implantação desse programa consistiu em duas fases: a primeira, está ligada na contratação de projeto com até 3,3 mil MW de potência instalada, dividido igualmente entre as três fontes listada (eólica, PCHs e biomassa); a Segunda, ao atingir a primeira fase, o programa passaria a ampliar a participação da energia renovável para representar 10% do consumo de energia elétrica, com o prazo de 20 anos.

Já em 2004 com a aprovação da Lei nº 10.848 dividiu se o mercado de eletricidade no Brasil para os componentes regulados e gratuitos, definiu as regras operacionais e os tipos de leilões para o mercado regulamentado, inclusive aqueles envolvendo fontes renováveis.

A Resolução Normativa Nº 482 da ANEEL, estabelecida em 2012, definiu as condições para o acesso a redes de distribuição por geradores de energia de pequena escala distribuídos, e o sistema de contabilidade de medição líquida que pode ser usado para avaliar a potência excedente injetada por eles nas redes (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016). Essa lei compreende um grande avanço para a descentralização do sistema de controle e uso das linhas de transmissão, permitindo ao usuário que faça parte da geração, bem como da introdução da sobra da energia na rede.

Em setembro de 2015, o congresso brasileiro aprovou o processo de ratificação do Acordo de Paris, com isso, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais, passando a ser chamada apenas de NDC que inclui três partes: mitigação, adaptação e implementação (BRASIL, 2017).

Em uma pesquisa conduzida por Lucena et al. (2016), concluíram que a atual política climática é limitada até 2020 e não há uma imagem clara ou uma discussão profunda no país sobre uma estratégia de política climática para além de 2020, mas o caminho para reverter uma possível utilização de energias poluentes é a introdução da energia eólica num contexto maximizado.

5 Resultados das Políticas

O estudo comparativo realizado por Melo, Jannuzzi e Bajay (2016) em relação a governança energética das fontes de energia renováveis não convencionais do Brasil e da Alemanha, buscava identificar as possíveis lições a ser aprendida com o país pioneiro em políticas para essas formas energéticas de baixo carbono. Chegaram à conclusão que o Brasil é líder de

energia provenientes de fontes renováveis convencionais, havendo limitantes nas políticas brasileiras por não utilizar as fontes renováveis não convencionais (eólica, biomassa, gás natural) como estratégias. Eles ainda identificaram os principais drivers para o desenvolvimento de fontes renováveis não convencionais, que precisam ser analisados e muitas vezes reconsiderados para a formulação de novas políticas, descritos no quadro 4.

Quadro 4 - Principais drivers de políticas de energia renovável no Brasil

Drivers	Brasil	Para evoluir
Relacionado com a segurança do fornecimento de energia		
Redução da energia importada	Baixa importância na política energética brasileira. O país tem sido, recentemente, um exportador de petróleo bruto e outros combustíveis líquidos, principalmente etanol, com grandes reservas comprovadas de gás natural e petróleo	Aumentar o incentivo as fontes energéticas não convencionais buscando também o aumento da produção do gás natural, e promover as termoelétricas a base desse combustível.
Redução da demanda doméstica para maximizar as exportações	Deve ser uma estratégia importante para desenvolver a economia. No entanto, o foco é o crescimento do setor de petróleo e gás, enquanto que as políticas de fontes renováveis não convencionais não receberam atenção suficiente	
Aumento da confiabilidade dos sistemas de energia e do fornecimento de energia	Baixo impacto no desenvolvimento das políticas de fontes renováveis não convencionais. No entanto, é altamente desejado, pois estas podem contribuir principalmente para reduzir as altas perdas de energia (15%) que existem no sistema elétrico brasileiro	Aumentar o investimento em expansão de tecnologia e infraestrutura.
Relacionado ao desenvolvimento econômico e à competitividade		
Desenvolvimento de tecnologias e mercados de energia renovável	Muito importante, mas pouco considerado nas políticas energética e econômica brasileira. Apesar do país ter uma grande quantidade de recursos eólicos e solares e reservas de silício, houve pouco investimento em P&D em relação as fontes de energia renovável não convencionais	Desenvolver e aumentar a cadeia produtiva, criar um centro de P&D tecnológico com incentivo governamental, buscando o desenvolvimento de uma tecnologia nacional. Adotar políticas de criação de mercado a longo prazo para atrair investimentos.
Relacionado com a mudança climática		
Contribuição para mitigação global	As fontes energéticas não convencionais são pouco consideradas nos esforços nacionais para mitigar as mudanças climáticas.	Incluir essas fontes como estratégicas na composição da matriz energética e não apenas como complementar.
Reunião de obrigações, requisitos ou diretrizes internacionais	Por ser um país em desenvolvimento e não pertencente ao Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) prometeu ações de mitigação e adaptação adequadas a nível nacional por meio da NDC.	As energias renováveis estão inseridas na NDC como processo de mitigação, por isso deve aumentar a representatividade para atingir o objetivo de redução de emissão.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Melo; Jannuzzi; Bajay (2016).

As questões institucionais que regem o sistema nacional de energia têm demonstrado que há uma viabilização e avanço da energia eólica principalmente em função dos benefícios econômicos, ambientais e sociais que esse setor trouxe e possibilitará muito mais para o país (NASCIMENTO; MENDONÇA E CUNHA, 2012).

5.1 Políticas de criação de mercado

Após o fracasso do PROEOLICA, o Proinfa foi criado para possibilitar a entrada das energias renováveis no cenário competitivo da matriz energética. Mesmo após a criação desse programa houve atrasos na implementação dos projetos de energia eólica, como: problemas com os

contratos, dificuldade de licenciamento ambiental, financiamento dos parques e fornecedores de equipamentos em tempo hábil (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

Este programa pode ser considerado uma política no modelo tarifa *feed-in*, por estabelecer valores específicos a energia vendida por um contrato de longo prazo, 20 anos. Os custos do programa são recuperados através de uma taxa paga pelo consumidor através das contas de energia elétrica. Mas em 2007 ocorreu a primeira tentativa do Leilão de Fontes Alternativas, onde foram habilitados 9 empreendimentos somando 939 MW, o qual não obteve contratação.

Em um leilão exclusivo ocorrido em dezembro de 2009 - Leilão de Energia de Reserva (LER), foram habilitados 339 empreendimentos, totalizando 10.005 MW, sendo contratados 1.805 MW de 71 empreendimentos ao valor médio da época de 148,39 R\$/MWh (EPE, 2014). Esses entraves provocaram atrasos na implementação da energia eólica o que ocorreu de forma lenta (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

Dentre os fatores que viabilizaram o resultado do LER 2009 estavam: a concorrência somente entre empreendimentos eólicos, o preço teto de 189 R\$/MWh, desoneração tributária proveniente do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), as boas condições de financiamento (BNDES) com juros a 2% ao ano, isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento da energia eólica, possibilidade de aderir ao regime de tributação com lucro presumido para apuração do Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ), da desvalorização do dólar, entre outros (EPE, 2014). Já em 2013, a energia eólica ganhou a maioria dos contratos de longo prazo no Brasil entrando em competição com outras tecnologias, incluindo o gás natural (IEA, 2014). Esse leilão pode ser entendido como um marco da política energética em prol as fontes alternativas, buscando a diversificação e diminuição da dependência de hidrelétricas, possibilitando a criação de um cenário mais sustentável do setor elétrico (SILVA; VIEIRA, 2016).

No entanto, em função da crise de instituída no país em 2015, houve uma retração nos financiamentos realizado pelo BNDES, tornando mais rigorosa a concessão de crédito, tendo uma redução nos primeiros 10 meses de 2016 de 62% em relação ao mesmo período do ano anterior. Essa retração de crédito somado com a crise política, impactou negativamente na confiança dos investidores internacionais (IRENA, 2016).

5.2 Políticas tecnológicas

O Plano Decenal de Energia (PDE) oferece dados e perspectivas a longo prazo para a expansão e planejamento do sistema energético, e no caso das fontes renováveis, consiste na centralização da expansão de parques eólicos (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Esse mecanismo posiciona tanto a energia eólica como as termoelétricas a gás natural mais como medidas para suprir a carência de energia em época de secas, do que realmente de uma produção de maior escala para ser englobada no sistema hidrelétrico de geração de energia, o que dificulta a criação de desenvolvimento tecnológico brasileiro representado por tecnologia importada.

Brasil ainda não possui tecnologia própria, de fato, os fabricantes de aerogeradores instalados no Brasil são, em sua maioria, empresas multinacionais que já dispõem de estrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P, D&I) em suas matrizes, ficando para o setor nacional atividades restritas à montagem dos principais componentes (LAGE; PROCESSI, 2013). Diferentemente do que ocorreu na Dinamarca e nos Estados Unidos que iniciaram o desenvolvimento da tecnologia desde os anos 70.

Veiga, Oliveira e Pereira (2012), identificam que há necessidade de investimento em P&D e falta de apoio as pesquisas científicas, criação de incubadoras, parceria públicos-privado,

empréstimos facilitados entre outros mecanismos que possa proporcionar a criação e desenvolvimento, de uma política tecnológica de longo prazo. No entanto, no que se refere a inovação de produtos, segundo Silveira et al. (2015) há uma relação de cooperação entre empresas e universidade e institutos de pesquisas, mas ficando a empresa a maior parte dos processos.

O programa Inova Energia de uma ação governamental tem disponibilizado recursos financeiros para a inovação do setor de energia renovável (eólica e solar) além de outros impulsionadores voltados para a sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas como eficiência veicular. Esse programa, segundo os pesquisadores Silveira et al. (2015) e Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), pode ser considerado uma evolução na área de P&D, impactando positivamente no fortalecimento de políticas públicas para o setor energético renovável.

A energia eólica possui papel relevante dentro do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que em seu relatório do último ano MCTI (2016, p. 103) a considerou uma das estratégias para o aprimoramento do P&D e também através da “implantação de um instituto de tecnologia em energias renováveis, com foco inicial na criação de um centro de testes e demonstração em energia eólica e posterior implantação de testes em energia solar, para o fortalecimento da tecnologia nacional”.

5.3 Políticas Industriais

A realização do primeiro leilão de energia eólica, juntamente com a sinalização da criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com os relatórios apontando a priorização da contratação de fontes renováveis e da continuidade da participação da energia eólica em leilões anuais de contratação de energia elétrica, estimulou a vinda de novas empresas internacionais e a abertura de novas fábricas de aerogeradores no Brasil.

No Brasil há 449 usinas instaladas no Brasil com capacidade instalada de 11,17 GW, o que contribui para a não emissão de aproximadamente 19.300 tCO₂/ano (ABEEOLICA, 2017) e até 2007 havia apenas uma empresa fabricante de aerogeradores com fábricas em operação no Brasil.

A cadeia produtiva de aerogeradores é formada majoritariamente por empresas multinacionais, mas também conta com empresas genuinamente brasileiras, como no caso das pás e de torres. Os grupos estrangeiros com maior presença no mercado nacional é a Enercon (alemã), a Impsa (argentina), a GE (americana) e a Suzlon (indiana), e a nacional tem-se a WEG que fornece as nacelles. A fabricação de pás, por sua vez, conta com a brasileira Tecsis como uma das líderes mundiais, havendo, ainda, a nova entrante Aeris. O fornecimento de torres, apesar de atualmente ser considerado um gargalo, é o que conta com maior número de fabricantes locais, destacando-se a Gestamp (de controle espanhol), a Engebasa e a Tecnomaq (LAGE; PROCESSI, 2013). Mesmo assim, Simas e Pacca (2013) concluíram que a energia eólica brasileira tem grande potencial de geração de emprego com aproximadamente 195 mil postos até o 2020, frente aos cenários estudados com as previsões de crescimento do empreendimento, alcançando uma potência instalada de 375 MW (ENERFIN, 2017).

6 Considerações finais

A energia eólica está em grande expansão a nível mundial e nacional, atuando muitas vezes como estratégia de mitigação de emissão de GEE, bem como, sendo incorporada com grande presença na composição da matriz elétrica de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Tem sido considerada por muitos uma forma democrática e descentralizada de geração de

eletricidade, o que traz benefícios locais e diminui a dependência de outras fontes de energia intensivas em carbono ou geradoras de poluentes nocivos à saúde, diminuindo os impactos ambientais.

O Brasil tem avançado no uso da energia eólica principalmente em função das políticas de incentivos que estão sendo adotadas. Contudo, essas políticas não estão sendo conduzidas de maneira estratégica para incorporar o potencial eólico de forma expressiva na composição da matriz energética. Por meio da análise da literatura estudada, verificou-se que essa forma de energia tem sido tratada mais como uma reversa quando as condições hídricas são insuficientes, do que como uma potencial substituição da própria energia hídrica.

A expansão do sistema elétrico brasileiro oferece grandes oportunidades para avanços na direção de um sistema energético de baixo carbono, mas a política de planejamento e expansão devem compreender maiores ambições. Desta forma, a energia eólica mostra ser um setor onde há criação de empregos, movimenta a economia local, melhora as condições de infraestrutura das comunidades próximas, tem impacto ambiental mais reduzido comparado as outras formas, e emite menores taxas de GEE. Esta fonte está em ascensão, mas ainda não possui relevância na criação de mais políticas destinadas para ela como nos outros países apresentados neste trabalho.

O Brasil possui políticas que buscam a mitigação das mudanças climáticas, que agem como um agente influenciador para os países desenvolvidos, mas ainda não utiliza para atingir os objetivos da NDC ou capital externo.

A energia eólica é fortemente dependente das políticas de criação de mercado, tecnológicas e industriais. Dentro dessa perspectiva, pela análise realizada em relação a política brasileira, é possível concluir que as mesmas foram criadas de forma tardias. A primeira criação de mercado foi a PROEOLICA, mas como não obteve sucesso, foi substituída pelo Proinfa, que, inicialmente, também teve problemas de adesão, por inúmeros motivos, mas que também faz parte do processo de aprendizagem natural.

A adoção de incentivo de produção local também teve impactos negativos e positivos no programa, mas induziu a formação de uma cadeia produtiva internalizada, porém com pouca presença de empresas com tecnologia nacional. Os avanços em P&D são essenciais para o Brasil, pois se constitui uma das mais importantes políticas a ser desenvolvida, em função do país depender de tecnologia externa, tornando este um fator limitante para o desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de geração, 2017. Disponível em: < http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/05/424_Boletim_Anuual_de_Geracao_Eolica_2016_Alta.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

AQUILA, G., PAMPLONA, E.O., QUEIROZ, A.R., ROTELA Jr, P., FONSECA, M.N., (2017). 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, 70: 1090-1098 (IF 6.798).

BRAZIL. *Intended Nationally Determined Contribution for Brazil*, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf>. Acesso em: jun. 2017.

BRANNSTROM, Christian et al. Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 62-71, 2017. CAMILLO, E. V. As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. 192 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências da UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

ENERFIN. Complexo eólico de Osório. Disponível em: <http://complexoeolicodeosorio.com.br/br/coplexo_eolico_de_osorio.php>, acesso em: mai 2017.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2023. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília: MME/EPE, 2014.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Ministério de Minas e Energia Brasília: MME/EPE, 2015.

FARREL, John. Democratizing the Electricity System. A Vision for the 21 st Century Grid. The New Rules Project, junho 2011. Disponível em: <<http://atcscam.homestead.com/democratizing-electricity-system.pdf>>. Acesso em: jun de 2017.

GLOBAL WIND REPORT 2016 | GWEC. Disponível em: <<http://gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2016/>>. Acesso em: 6 Jun. 2017.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Tracking Clean Energy Progress 2014. IEA, 2014. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Tracking_clean_energy_progress_2014.pdf>. Acesso em: jun de 2017.

IRENA - International Renewable Energy Agency. *REMap 2030: RENEWABLE ENERGY AUCTIONS ANALYSING* 2016. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_Energy_Auctions_2017.pdf>. Acesso em: junho 2017.

JONG, P; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Economic and environmental analysis of electricity generation technologies in Brazil. *Renew Sustain Energy Rev* 2015; 52:725–39.

KISSEL, J. M. and KRAUTER, S. C. (2006). Adaptations of renewable energy policies to unstable macroeconomic situations—case study: Wind power in brazil. *Energy Policy*, 34(18):3591– 3598.

LAGE, Elisa; PROCESSI, Lucas Duarte. Panorama do setor de energia eólica. *Revista do BNDES* 39, junho 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2926/1/RB%2039%20Panorama%20do%20setor%20de%20energia%20e%20C3%B3lica_P.pdf> acesso em: Junho de 2017.

LUCENA A. F.P.; CLARKE, L.; SCHAEFFER, R., SZKLO, A., ROCHEDO, P.R.R., DAENZER, K., GURGEL, A., KITOUS, A., KOBER, T. Climate Policy Scenarios in Brazil: a multi-model comparison for energy. *Clim. Policy* (2015), pp. 1-25.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de; CUNHA, Sieglinde Kindl da. Innovation and sustainability in energy production: the case of wind power generating system in Brazil. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.

MELO, C.A.; JANNUZZI GDM, BAJAY SV (2016) Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. *Renew Sustain Energy Rev* 61:222–234.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 462 – 24/07/2014 – Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. 2014.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. III Conferência Nacional do Meio Ambiente. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/clima/category/70-mudancas-do-clima>> . Acesso em: maio de 2017.

MCTI. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019 (ENCTI). 2016.

PASQUAL, J.C.; LEY, A. N. L.; ANAYA, R. P.; ZUNIGA-TERAN, A.; LUGO, Y. A. P.; SANTELLANES, J. A. M.. Implications and Challenges for The Energy Sector In Brazil And Mexico To Meet The Carbon Emission Reductions Committed In Their INDC During The Cop 21-Cmp11. *Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*, v. 37, p. 31-46, 2016.

SILVA, Darly Henriques da. Protocolos de Montreal e Kyoto: pontos em comum e diferenças fundamentais. *Rev. bras. polít. int.*, Brasília, v. 52, n. 2, p. 155-172, Dec. 2009.

SILVA, A. M; VIEIRA, R. M. F. Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, v. 6, n. 2, 2016, p. 53-76.

SILVEIRA, A. D. et al. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras *Cad. EBAPE.BR*, v. 14, n. Edição Especial, p. 506-526, 2016.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos Avançados (USP. Impresso)*, v. 27, p. 99, 2013.

UNFCCC – United Nations Framework Convention Climate Change. Conference of the Parties. Paris France. *2015 Paris Climate Conference*. 2016. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>>. Acesso em: maio. 2017.

URMEE, Tania e Anisuzzaman Md. Social, cultural and political dimensions of off-grid renewable energy programs in developing countries. *Renewable Energy*. 2016. Vol. 93. 159-167

VEIGA, José Eli da; SOLIANO PEREIRA, O.; OLIVEIRA, A. . *ENERGIA EÓLICA*. 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2012. 213p.

YERGIN, Daniel. *A busca: energia, segurança e reconstrução do mundo moderno*. Trad. Ana Beatriz Rodrigues. 1 ed. Rio de Janeiro: Intrínseca. 2014.

IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. Geneva (Suíça): IPCC, 2014. 151 p.