

# Ciência Atual

Revista Científica  
Multidisciplinar das  
Faculdades São José

2015

Volume 5 | Nº1



FACULDADES  
SÃO JOSÉ

ISSN 2317-1499

**Julio Cesar Gomes Ferreira Junior**  
Administração nas Faculdades São José

**Manoel Gonçalves Rodrigues**  
Professor nas Faculdades São José

### RESUMO

A energia eólica no Brasil passou por um período de lento crescimento, porém os projetos contratados nos últimos três anos deverão quintuplicar a capacidade instalada. É a tecnologia limpa que mais tem crescido desde a primeira década do século XXI, trazendo benefícios ambientais e sociais para diversos países. A indústria eólica está passando por uma fase crucial de consolidação, apresentando estágio ainda imaturo, a existência de onze fabricantes, cada um com capacidade média de produção de 500 MW por ano de equipamentos, não necessariamente determina uma oferta de 5.000 MW de máquinas. Energia eólica é uma fonte nova no planejamento de ampliação do sistema elétrico brasileiro, apesar do grande potencial de exploração, e um sistema hidro eólico no Brasil pode oferecer energia ambientalmente sustentável e suficiente para suprir a previsão de demanda nas próximas décadas.

**Palavras-Chave:** Políticas públicas, inovação tecnológica, energia eólica.

### ABSTRACT

Wind power in Brazil has experienced a period of slow growth, but the projects contracted in the last three years will quintuple the installed capacity. It is a clean technology that has grown the most since the first decade of this century, bringing environmental and social benefits to several countries. The wind industry is going through a crucial phase of consolidation, with immature stage, the existence of eleven manufacturers, each with an average capacity of 500 MW per year of equipment, does not necessarily determine a supply of 5,000 MW machines. Wind energy is a new source in planning expansion of the Brazilian electrical system, despite the great potential for exploitation, and a wind hydro system in Brazil can offer environmentally sustainable and sufficient energy to meet the demand forecast in the coming decades.

**Keywords:** Public policies, technological innovation, wind energy.

## INTRODUÇÃO

A energia eólica é produzida a partir da força dos ventos - é abundante, renovável, limpa e disponível em muitos lugares. Essa energia é gerada por meio de um gerador, nas quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das pás (hélices) e da velocidade do vento.

No atual contexto, é necessário elaborar novas formas de aproveitamento da energia renováveis. As instalações de parques eólicos em áreas rurais e litorâneas com baixo desenvolvimento econômico são importantes fontes de receitas para os municípios, os quais obtêm as licenças de construção, imposto sobre as empresas e os rendimentos auferidos quando as turbinas eólicas são instaladas em áreas de propriedade da cidade. Os habitantes desses territórios, além de alugar suas terras para as empresas para esse fim, encontrar um emprego durante o período da construção, que, dado o tamanho da maioria deles, geralmente se estendem ao longo de vários meses, uma vez construído são gerados postos de trabalho para manutenção.

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil só irá aumentar devido a vários pontos: a existência de um potencial eólico significativo, a simplicidade na sua aplicação, uma vez que é de sistemas modulares com o mesmo equipamento e pequenas obras de construção civil associada, as possibilidades de aprimoramento técnico, o aumento da capacidade da unidade e redução significativa dos custos, pelo seu baixo impacto ambiental em comparação com outras tecnologias de produção de eletricidade, e especialmente a tanto apoio político importante do estado à maioria dos Municípios.

Devido ao encarecimento do uso do petróleo e à queda da produção das hidroelétricas no período de estiagem, é essencial e importante como uma política energética que prima pela diversificação da matriz energética, propor a diversificação das fontes de energia, tendo a eólica essência papel nesse contexto de mudanças.

## AUMENTO DE ENERGIA ALTERNATIVA NA MATRIZ ENERGÉTICA

A adoção de energias alternativas na matriz energética tem sido amplamente buscada desde a década de 1970, quando as crises do petróleo levaram diversos países a procurar a segurança no fornecimento de energia e a redução da dependência da importação de combustíveis. Recentemente, as preocupações ambientais tornaram-se o maior motor para a busca de alternativas mais limpas de produção de energia. Entre essas alternativas, a energia eólica é uma que despertou significativa atenção durante as últimas décadas. A preocupação com as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), a partir da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997, levaram à busca por alternativas que pudessem suprir as necessidades econômicas e, ao mesmo tempo, gerar menos impactos ambientais (MARÍN, 2012, p.115-136).

Entre as medidas, uma das mais populares foi o investimento crescente em fontes renováveis de energia, como a energia eólica. Segundo o Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), essa fonte de energia oferece um grande potencial para a redução das emissões de GEE. Globalmente, apesar de distribuído de maneira não uniforme entre os países, o potencial técnico da energia eólica é maior que a produção mundial de eletricidade. Considerando barreiras políticas, econômicas e tecnológicas, estima-se que ela poderia suprir até 20% da demanda mundial de energia elétrica até 2050 (SIMAS, 2013).

A geração de energia elétrica em grande escala, alimentando de forma suplementar o sistema elétrico através do uso de turbinas eólicas de grande porte, evoluiu muito nas últimas décadas. Pode-se dizer que a moderna tecnologia das turbinas eólicas surgiu na Alemanha na década de 1950, já com pás fabricadas com materiais compostos, controle de passo e torres na forma tubular e esbelta (VILLALOBOS, 2009, p. 33-38).

A partir de experiências de estímulo ao mercado, realizadas na Califórnia na década de 1980 e na Dinamarca e Alemanha na década de 1990, o aproveitamento da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica atingiu escala de contribuição mais significativa ao sistema elétrico, em termos de geração, eficiência e competitividade. O enorme desenvolvimento tecnológico passou a ser capitaneado pela nascente indústria do setor, em regime de competição, e estimulada por mecanismos institucionais de incentivo. Devido a este avanço tecnológico e ao crescimento da produção em escala, foi possível desenvolver novas técnicas de construção dos aéro geradores, permitindo aumentar a capacidade unitária das turbinas, obtendo assim reduções graduais e significativas nos custos do quilowatt instalado e, conseqüentemente, uma substancial redução no custo da geração da energia elétrica (SIMAS, 2013).

Os altos custos iniciais e o estágio de desenvolvimento dessa tecnologia em relação às tecnologias tradicionais disponíveis no mercado, no entanto, conferiam à energia eólica uma característica de baixa competitividade. As barreiras técnicas e econômicas levaram à necessidade de incentivos econômicos e regulatórios, o que levou à adoção de políticas de apoio às energias renováveis em diversos países. Em 2005, apenas 55 países adotavam algum tipo de incentivo às fontes renováveis, enquanto no início de 2011 tais políticas estavam presentes em 118 países (VILLALOBOS, 2009, p. 33-38).

A adoção de incentivos para a energia eólica levou ao aumento da sua participação em diversos países, e ocorreu um alto crescimento a partir de 1996, que se fortaleceu a partir de 2004. Em 2011, a capacidade eólica em operação no mundo chegou a 238 GW (GWEC, 2012). Contudo, a crise financeira de 2008 diminuiu o mercado de energia eólica na Europa e nos Estados Unidos, principais mercados para essa tecnologia. Tal fato fez que grandes empresas diversificassem a sua atuação, voltando seus investimentos para mercados emergentes, como o Brasil (MELLO, 2013).

Enquanto o Brasil está em uma situação cômoda, pelo uso de 80% de sua geração de eletricidade por meios hídricos que são renováveis, é preocupante a diminuição da disponibilidade de locais para grandes obras hidroelétricas. Como resultado, temos distâncias cada vez maiores até os centros de consumo, degradação do meio ambiente por inundações e linhas de transmissão, e custos cada vez maiores para a sociedade. (SIMAS, 2013).

Entretanto, as políticas energéticas dos países que possuem incentivos para fontes de energias renováveis têm como principais objetivos: aumentar a competitividade da economia e melhorar a eficiência energética, a integração dos objetivos ambientais e de segurança de abastecimento. A crescente preocupação social para a proteção do meio ambiente leva à regulamentação dos numerosos aspectos que visam reduzir o impacto das atividades de energia eólica (MARÍN, 2012, p.115-136).

Nos últimos anos, o setor de energia eólica no Brasil experimentou um rápido aumento no número de projetos contratados, e a capacidade instalada de energia eólica deve aumentar em mais de 450% em apenas cinco anos. A indústria de aéro gerador também vem experimentando rápido aumento, e é esperado que a capacidade de produção aumentasse significativamente entre 2012 a 2020 (MARÍN, 2012, p.115-136).

Diante desse panorama, é essencial que se avalie o impacto que o rápido crescimento do setor eólico terá sobre a economia brasileira, especialmente em relação ao seu potencial de geração de empregos, de modo a oferecer uma base para subsidiar a formulação e gestão de políticas energéticas e industriais para o setor eólico e avaliar a sua possível contribuição para o desenvolvimento sustentável da matriz energética brasileira e diversificá-la.

O desenvolvimento da energia eólica no Brasil poderá aumentar devido à existência de um potencial eólico significativo e à simplicidade na sua aplicação. Consiste em sistemas modulares com o mesmo equipamento e pequenas obras de construção civil associado. Outras vantagens são: as possibilidades de aprimoramento técnico, o aumento da capacidade da unidade e redução significativa dos custos, o baixo impacto ambiental em comparação com outras tecnologias de produção de eletricidade e especialmente o apoio político importante do estado à maioria dos Municípios com potencial eólico (MIRANDA, 2005).

## EVOLUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

A energia eólica no Brasil teve seu primeiro indício em 1992 com o início da operação comercial do primeiro aerogerador instalado no Brasil, que foi resultado de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), através de financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter. Essa turbina eólica, de 225 KW, foi a primeira a entrar em operação comercial na América do Sul, em 1992, localizada no arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco).

Durante os dez anos seguintes, porém, pouco se avançou na consolidação da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica no país, em parte pela falta de políticas, mas principalmente pelo alto custo da tecnologia. Durante a crise energética de 2001 houve a tentativa de incentivar a contratação de empreendimentos de geração de energia eólica no país. Criou-se então, o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA.

Esse programa tinha como objetivo a contratação de 1.050 MW de projetos de energia eólica até dezembro de 2003. Já se falava, então, da complementaridade sazonal do regime de ventos com os fluxos hidrológicos nos reservatórios hidrelétricos. Esse Programa, no entanto, não obteve resultados, e foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Além de incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis na matriz energética, o PROINFA abriu caminho para a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no país. Além do PROINFA e dos leilões, a fonte eólica também comercializa sua energia, em uma escala menor, no Mercado Livre onde as condições contratuais são livremente negociadas entre as contrapartes.

Como resultado do PROINFA, dos leilões realizados e do mercado livre, ao final de 2013, o Brasil possui 108 parques eólicos que totalizam 2,5 GW de capacidade instalada. As perspectivas para o final de 2017 indicam 8,7 GW de eólica em operação na matriz elétrica brasileira.

### O uso da energia eólica no Brasil

A avaliação técnica do potencial eólico exige um conhecimento detalhado do comportamento dos ventos. Os dados relativos a esse comportamento, os quais auxiliam na determinação do potencial eólico de uma região, são relativos à intensidade da velocidade e à direção do vento. Para obter esses dados, é necessário também analisar os fatores que influenciam o regime dos ventos na localidade do empreendimento. Entre eles pode-se citar o relevo, a rugosidade do solo e outros obstáculos distribuídos ao longo da região.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m<sup>2</sup>, a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes.

Quanto à aplicação desse tipo de energia no Brasil, pode-se dizer que as grandes centrais eólicas podem ser conectadas à rede elétrica uma vez que possuem um grande potencial para atender o Sistema Interligado Nacional (SIN). As pequenas centrais, por sua vez, são destinadas ao suprimento de eletricidade a comunidades ou sistemas isolados, contribuindo para o processo de universalização do atendimento de energia. Em relação ao local, a instalação pode ser feita em terra firme (on Shore) ou no mar (off-shore).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Brasil possui 248 megawatts (MW) de capacidade instalada de energia eólica, derivados de dezesseis empreendimentos em operação. O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), mostra um potencial bruto de 143,5 GW, o que torna a energia eólica uma alternativa importante para a diversificação do “mix” de geração de eletricidade no País. O maior potencial foi identificado na região litoral do Nordeste e no Sul e Sudeste. O potencial de energia anual para o Nordeste é de cerca de 144,29 TWh/ano; para a região Sudeste, de 54,93 TWh/ano; e, para a região Sul, de 41,11 TWh/ano (figura 1). No Brasil encontram-se instaladas atualmente 205 usinas eólicas, suas capacidades instaladas de 5,1 GW e redução CO<sub>2</sub>(T/ano) de 4.383.430.

No início do ano de 2014, a capacidade de geração de energia de fonte renováveis no Brasil correspondia a 32,2%.

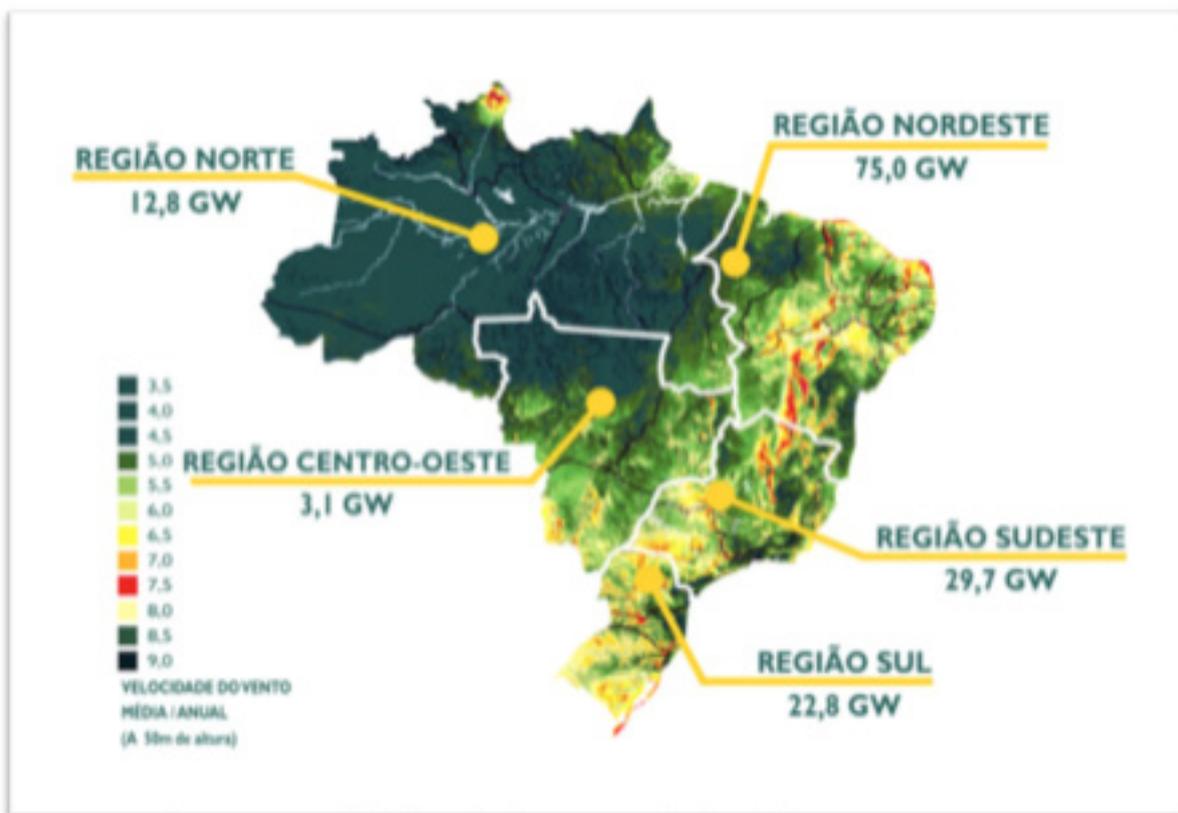


Figura 1: Potencial eólico estimado para as regiões brasileiras

### Políticas de incentivo a energia eólica no Brasil

Entre 2001 e 2002 houve um período de racionamento energético, devido à redução dos níveis dos reservatórios das usinas hidroelétricas nos quais em 2001 representavam 82,2% da capacidade instalada de geração de eletricidade no Brasil. Após o período de racionamento, buscou-se diversificar as fontes de energia, principalmente com termelétricas, com o fim de oferecer maior segurança no fornecimento de energia. A busca da diversidade da matriz energética trouxe a discussão da inserção da energia eólica para o âmbito do planejamento energético. Criou-se então, através da resolução nº 24 de 5 julho de 2001, o programa emergencial eólica-proélica.

Em abril de 2002, pela lei 10.438 de 26 de abril de 2002 e pelo decreto nº 5.025 de 30 de março de 2004, o programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica foi instituído. Através dele foram obtidos resultados importantes para o incremento de novas fontes de energia elétrica na matriz energética do país, principalmente a eólica.

O programa surgiu para buscar a diversificação da matriz elétrica, aumentando a participação de três tecnologias de energia renovável: as usinas de biomassa, as pequenas centrais hidroelétricas e as usinas eólicas. Com a instalação de novas usinas, o Ministério de Minas e Energia visava ainda alcançar outros benefícios não energéticos, como o impulso da indústria nacional de equipamento, a geração de empregos e a redução de emissões de GEE, principalmente o CO<sub>2</sub>.

O programa gerou resultados bastante significativos que permitiram a consolidação da energia eólica como alternativa energética no Brasil. O PROINFA abriu caminho para fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no país. A exigência do nível de nacionalização de 60% gerou atrasos num primeiro momento. Mas incentivou o surgimento de uma cadeia de fornecimento para aero geradores no país. No entanto, devido à presença de apenas um fabricante, o que não permitia o atendimento da demanda do programa e do índice de nacionalização, a exigência foi alterada para 60% de empreendimento, e isso possibilitou o surgimento de uma cadeia de fornecedores de componentes, como fundições, fábricas de torres e empregos diretos e indiretos.

O PROINFA foi o principal motor para impulsionar o desenvolvimento do mercado eólico no Brasil. Como a primeira política pública efetiva voltada ao setor, proporcionou um ambiente com poucos riscos para o investimento em uma tecnologia ainda pouco conhecida no país.

O projeto mostrou que a energia eólica é de tecnologia de fácil compreensão, e serviu como ganho de experiência para diversas atividades que envolvem o setor.

O grande gargalo do programa foi a falta de fabricante de aero geradores no mercado até meados de 2008, havia apenas uma fábrica em operação no Brasil, a Wobben Windpower, subsidiária da gigante alemã Enercon. Segundo Ferreira (2008), devido ao monopólio desta empresa, que foi quebrado no mesmo ano pela abertura de uma fábrica de Naceles da empresa argentina Impsa, em Suape (PE). Juntas, estas empresas dominaram a fabricação de aero geradora até a metade de 2001, quando foram inauguradas fábricas de aero geradores da francesa Alston e da Espanhola Games, ambas em Camaçari (BA), e o início da fabricação de aero geradora pela empresa brasileira WG, em parcerias com a espanhola M. Torres Olvega industrial (MTOI), Jaguará do Sul (SC). Em 2008, além de longas filas para entrega de equipamentos, os preços dos aero geradores não eram atraentes. Com a falta de sinalização para continuidade por aero geradores e componentes após o término da primeira fase do PROINFA, junto com o momento de grande expansão no mercado eólico na Europa e Estados Unidos, a indústria nacional de componentes eólicos não cresceu paralela a demanda.

Outra grande barreira que o PROINFA enfrentou foi a dificuldade em conseguir financiamento por parte de pequenos investidores, devido à burocracia e às exigências de garantias, que muitos empreendedores não podiam arcar.

## **ENTRADA DA ENERGIA EÓLICA NO MERCADO REGULADO DE ENERGIA ELÉTRICA**

A partir de 2009, a energia eólica passou a ser contratada pelos mecanismos tradicionais de mercado elétricos brasileiros. Para entender a mudança que este fato implicou para o setor elétrico brasileiro, é necessária uma breve análise do sistema elétrico brasileiro.

### **Sistema elétrico brasileiro**

O sistema elétrico brasileiro tem a característica de ser interconectado. O Sistema Integrado Nacional, é operado pelo Operador Nacional, o que permite que as variações sazonais do sistema hidroelétrico sejam compensadas regionalmente e nacionalmente, aumentando a eficiências na utilização dos reservatórios e das fontes complementares de energia elétrica, sejam elas renováveis ou não.

## Nova fronteira da energia eólica

O ambiente de contratação livre (ACL), ou mercado livre, é aquele no qual os consumidores de energia podem realizar contratos bilaterais com os agentes geradores para comprar energia, sem a exigência de leilões reguladores pelo governo. No entanto, este mercado é restrito para consumidores livres e especiais.

Atualmente há usinas eólicas em operação cuja construção se deu exclusivamente por um contrato no mercado livre, e há 16 usinas em construção para este ambiente. No total, elas somam 346,2 MW, e deveriam estar todas em operação até o final de 2013. Com os baixos preços de mercado regulado para empreendimentos eólicos, o mercado livre torna-se uma alternativa para os investidores, por oferecer preços mais atrativos.

## Perspectiva e barreiras para o crescimento da energia eólica

A energia eólica passou, nos últimos três anos, por um momento de grande volume de capacidade concentrada e grande redução de preços. A indústria considera 2011 como ano-chave para o desenvolvimento da energia eólica, devido não apenas à contratação e aos preços atingidos, mas também pela diversificação de empresas e pela evolução do debate sobre tecnologia. A maior consideração eólica no planejamento energético de médio prazo foi a sinalização de continuidade na contratação da energia eólica no planejamento do governo, o que elevou o potencial de sucesso desta tecnologia.

No entanto, muitas destas conquistas devem-se não apenas a fatores estruturais do mercado, como também a aspectos regulatórios, facilidades regulatórias e de financiamento e melhorias tecnológicas e de infraestrutura, apesar destes fatores terem contribuído para as recentes conquistas do setor. A conjuntura global, com a crise financeira de 2008-2009, contribuiu para os resultados obtidos nos últimos anos, pois a taxa de câmbio, com enfraquecimento do dólar, também contribuiu para a redução dos preços da energia eólica, ao favorecer a importação de insumos com preços mais baixos.

Assim, pode-se concluir que a energia eólica encontra-se hoje em uma janela de oportunidades, e a manutenção dos baixos preços e da competitividade do mercado brasileiro de energia eólica dependerá da consolidação da indústria e da velocidade de recuperação dos tradicionais mercados desta tecnologia. E a maior parte dos projetos eólicos contratados está na região nordeste. A tabela 1 mostrará a estimativa de parques em operação até o final de 2016, quando os projetos eólicos contratados nos leilões de 2009 a 2011 devem estar conectados à rede.

Tabela 1- Estimativa de parques eólicos em operação

Estado	Nº de parques	Potência (MW)	Participação
Rio Grande do Norte	95	2.726,1	33,5%
Ceará	69	1.817,7	22,4%
Bahia	57	1.567,0	19,3%
Rio Grande do Sul	54	1.403,8	17,3%
Santa Catarina	13	236,4	2,9%
Pernambuco	8	102,8	1,3%
Piauí	4	93,6	1,2%
Paraíba	13	66	0,8%
Maranhão	2	57,6	0,7%
Sergipe	1	30	0,4%
Rio de Janeiro	1	28,1	0,3%
TOTAL	317	8.129,1	100%

Fonte: (ANEEL, 2012)

## Barreiras e dificuldades do setor eólico

A infraestrutura é considerada hoje o maior gargalo para a energia eólica no Brasil. A questão da infraestrutura e logística está relacionada ao transporte de aero gerador, vias terrestres e marítimas e transmissão da energia gerada nas usinas.

A questão do transporte de equipamento está relacionada a três aspectos:

O primeiro é a condição de tráfego nas rodovias brasileiras, principal meio de transporte de aero geradores e componentes utilizado atualmente no Brasil. A maior parte dos empreendimentos contratados até o momento concentra-se na região Nordeste, onde as condições das mesmas em muitos casos são precárias. Outro problema referente às rodovias é a disponibilidade para o tráfego de caminhões de grande comprimento, principalmente para os caminhões que transportam os materiais para a construção dos parques eólicos. De acordo com o Código Nacional de Trânsito, os caminhões podem trafegar em número limitado, decidido pela Polícia Rodoviária Federal, apenas durante o dia e com escolta desta polícia. Assim sendo, o transporte depende da disponibilidade de viaturas de escolta para cada trecho, e o número de caminhões permitidos para tráfego diminui em épocas de grande fluxo de automóveis.

O segundo aspecto envolve o transporte de equipamento e a disponibilidade de caminhões para este transporte, principalmente da pás, cerca de 40 metros (comprimento de cada pá), e o problema só aumentará, pois as pás serão de 50 metros.

O terceiro aspecto é a necessidade de melhorias de infraestrutura para cabotagem, como é chamado o transporte de cargas entre portos nacionais por meio de navios. Há falta de infraestrutura de armazenamento nos portos. O transporte marítimo de cargas entre os portos das regiões Sul, Nordeste e Sudeste tem o potencial de reduzir os custos de transporte de equipamentos em território nacional.

Barreiras foram encontradas pelos empreendedores para consolidar a energia eólica como alternativa viável para a produção da energia elétrica em longo prazo. Foram identificados alguns entraves, como infraestrutura e logística do país, capacitação de mão de obra, dificuldades de licenciamento ambiental, financiamento, insumos e equipamentos nacionais, aspectos regulatórios e inovação da indústria nacional.

## EMPREGOS DA ENERGIA EÓLICA

O potencial para geração de empregos na energia eólica é relevante. De acordo como os dados do governo do Ministério de Minas e Energia (MME), o maior número de empregos, diretos e totais, refere-se à etapa de construção. Esta etapa também possui grande potencial para a contratação de mão de obra local, podendo ser uma fonte de desenvolvimento regional.

Em menor quantidade, os empregos em operação e manutenção são permanentes durante o tempo de vida da usina, geralmente 20 anos. Em municípios com grande volume de parques eólicos sendo instalada, tal atividade pode se constituir em uma boa oportunidade para geração de empregos de longa duração e de maior qualidade.

No entanto, o fato de serem empregos em energias renováveis não os torna automaticamente verdes. A definição de empregos verdes envolve não apenas a atuação em tecnologias que contribuam para uma economia de baixo carbono, mas também que mantenham melhores condições ambientais locais promovam postos de trabalho socialmente justos e dignos e fortaleçam a comunidade.

Alguns problemas que as empresas enfrentam na hora de recrutar trabalhadores são a qualificação do mesmo, pois os empregos gerados localmente são, em sua maioria, de serventes, auxiliares e ajudantes, gerando, portanto, poucas oportunidades de qualificação de mão de obra, e a geração de empregos são de caráter temporário. Parte dos trabalhadores é contratada e treinada pela empresa, sendo transportada para os diversos empreendimentos em construção.

O Brasil ainda figura como um dos países com maior quantidade de empregos verdes, devido à sua grande indústria de bicomcombustíveis. Além dos empregos diretos no local, há outros benefícios percebidos pelos moradores locais e pelos empreendedores. Mais visível é o benefício dos proprietários das terras onde está instalado o parque eólico. Os proprietários, em geral, não são desalojados de suas terras, ao contrário, assinam contratos de locação com os investidores em energia eólica. Os contratos começam a valer a partir da instalação de torres anemométricas no local, o que pode durar até três anos para a elaboração do projeto e certificação das medições e das estimativas de geração de energia. Durante esse período, os proprietários recebem uma renda mensal ou anual pelo arrendamento da terra, e podem continuar exercendo suas atividades econômicas.

Como os parques eólicos estão comumente localizados em áreas rurais, essas atividades geralmente são de agricultura e/ou pecuária. A obtenção dessa renda extra permite o investimento em melhorias na produção e infraestrutura da propriedade e maior facilidade para obtenção de créditos. Durante a construção, devido à movimentação de máquinas e às obras civis, boa parte da área ocupada pelo parque eólico inviabiliza a continuidade das atividades econômicas. Porém, após o período de construção, que dura geralmente até 18 meses, a maior parte das áreas pode ser novamente ocupada com as atividades dos proprietários. Foram verificados, nos parques eólicos em operação nas regiões Nordeste e Sul, atividades de pecuária, produção comercial de pneus, piscicultura, rizicultura e produção de cocos.

Durante a etapa de construção há ainda outros benefícios além da geração de empregos para a própria construção do parque. Devido ao aumento do volume de trabalhadores no local, a população vizinha ao parque é beneficiada de maneira direta pelo consumo de bens e serviços, especialmente alimentação e hospedagem.

Os benefícios são ainda maiores quando a usina está localizada em locais de baixo desenvolvimento econômico. Esse é o caso das usinas que estão sendo instaladas no interior do Rio Grande do Norte, nos municípios de Parazinho e João Câmara. Juntas, essas duas regiões concentrarão 45 parques eólicos, com capacidade instalada de 1,25 GW (ANELL, 2013). A construção de parques eólicos demanda grande quantidade de água, devido ao alto consumo de concreto.

Em regiões semiáridas, como é o caso do interior do Nordeste, os poços abertos para a construção podem ser deixados para consumo pela população local. É o caso do Parque Eólico Morro dos Ventos, em João Câmara, por exemplo, onde o poço aberto pela empresa e utilizado para a construção será deixado para utilização da comunidade local, a ser administrado pela prefeitura. As melhores práticas na construção de parques, como essa, são inovadoras do ponto de vista de relacionamento com a comunidade e estão ganhando cada vez mais espaço entre os empreendedores, tornando-se uma atividade com potencial para o desenvolvimento local.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica tem experimentando um rápido crescimento no mundo. No Brasil, após uma política de incentivos e condições favoráveis do mercado, a tecnologia eólica vem ganhando cada vez mais espaço, tornando-se uma tecnologia de geração de energia mais competitiva. A previsão de aumento de quase cinco vezes em apenas seis anos demanda a discussão dos impactos socioeconômicos que serão gerados pela rápida inserção desta tecnologia na matriz elétrica brasileira.

Um outro ponto importante na viabilização da energia eólica é na questão dos preços do petróleo no mercado internacional considerando esse ser o energético diretor da matriz energética mundial. Desde o segundo semestre de 2014, os preços do petróleo tem apresentado trajetória descendente e chegando abaixo de U\$ 70 por barril no mercado dos Estados Unidos, principalmente pelo sucesso tecnológico de faturamento hidráulico da extração de petróleo e gás a partir das reservas de xisto. Esse fato em si pode representar o início de uma nova era do petróleo, na qual o papel de estabilizador dos preços de energia seja formulado pelo Ocidente, e como consequência abrindo espaço para um maior crescimento de energias limpas no consumo de energéticos no longo prazo.

A indústria eólica tem crescido rapidamente, em parte desde a crise financeira mundial de 2008. As grandes empresas, para não sofrerem tanto com a crise, migraram para os países emergentes, incluindo o Brasil, o qual obteve grandes investimentos e incentivos do governo para ampliar essa nova matriz energética.

Energia eólica é uma fonte nova no planejamento de ampliação do sistema elétrico brasileiro, apesar do grande potencial de exploração, e um sistema hidro eólico no Brasil pode oferecer energia ambientalmente sustentável e suficiente para suprir a previsão de demanda nas próximas décadas.

Os custos dessa tecnologia vêm caindo, em primeiro momento devido ao ganho na curva de aprendizagem e ao desenvolvimento da indústria de equipamentos no país, e mais recentemente, devido à crise financeira mundial. O grande volume de projetos contratados desde o início da década de 2000 com as políticas de incentivo, e principalmente no final da década com a entrada da energia eólica no mercado regulado de energia, colocou o Brasil entre os países com maior crescimento na implantação de novos parques eólicos e gerou otimismo entre os agentes públicos e privados do setor elétrico.

A energia eólica tem um grande potencial para a geração de empregos, podendo gerar mais de 195 mil empregos-ano até 2020. A maior contribuição, tanto em termos quantitativos como em contribuição para o desenvolvimento sustentável, é a dos empregos em construção e, em menor número, os empregos permanentes. Enquanto os primeiros são os mais numerosos, correspondendo a cerca de 50% de todos os empregos gerados pela tecnologia, os últimos geram postos de trabalhos permanentes, que estarão presentes durante toda a vida útil do projeto. Ambas as atividades têm alto potencial para a geração de empregos no nível local, gerando oportunidade de geração de renda, muitas vezes em localidades rurais com baixas oportunidades de crescimento econômico.

A geração de empregos não deve, no entanto, ser o único parâmetro a decidir a adoção de uma tecnologia. Além da geração de empregos, a eólica pode trazer ainda outros benefícios sociais, podendo aumentar a renda total das comunidades atingidas pelos parques e oferecer oportunidades de empregos temporários.

A maneira como os empreendedores e os proprietários de terra se relacionam é inovadora, diferentemente do que ocorre com outras fontes de energia. Em parques eólicos, que ocupam menos de 10% da área total da propriedade, podem coexistir diversas atividades econômicas, geralmente agricultura e pecuária. Os proprietários das terras não são desalojados, pelo contrário, as terras são arrendadas por uma quantia paga mensal ou anualmente, que pode ser utilizada para reinvestimento na propriedade, constituindo diversificação da renda do proprietário e um meio de melhorar a produtividade das atividades econômicas em áreas rurais.

Assim, o rápido crescimento da energia eólica no Brasil pode trazer diversos benefícios regionais e contribuir para o desenvolvimento sustentável no Brasil, incluindo como um indutor de crescimento regional, especialmente em locais com baixo desenvolvimento econômico, como é o caso do interior da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul, locais com grande volume de projetos contratados que serão construídos nos próximos anos.

A instalação de parques eólicos, combinada com políticas eficientes de gestão de recursos e de desenvolvimento regional, poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento de comunidades rurais, especialmente no litoral e no interior do Nordeste.

## REFERÊNCIAS

CEPEL. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicações/index.php?task=livro&cid=1>>. Acesso em: 01 out. 2014.

CARVALHO, J. F. de. O espaço da energia nuclear no Brasil. *Estudos Avançados*, v.26, n.74, p.293-308, 2012.

FERREIRA, H. T. Energia Eólica: Barreira para sua participação no setor elétrico brasileiro. São Paulo: Universidade de São Paulo 2008.

SIMAS M., Pacca S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estud. av.* 27 (77), 2013.

VILLALOBOS J, FELIPE A. Fundaciones para turbinas eólicas costa afuera. *Rev. Ing. Constr.* 2009;24(1):33-8.

VINHAES, E. A. S. Estrutura de governança e comportamento estratégico em sistemas elétricos reestruturados: uma análise do poder de mercado na indústria de energia elétrica brasileira. 2003. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia e Produção de Serviços, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.



[www.saojose.br](http://www.saojose.br) | (21) 3107-8600  
Av. Santa Cruz, 580 - Realengo - Rio de Janeiro