

EXPANSÃO DA ENERGIA EÓLICA NO TERRITÓRIO NORDESTINO: uma análise a partir das teorias da localização

EXPANSION OF WIND ENERGY IN NORTHEAST TERRITORY: an analysis from the theories of location

Calisto Rocha Oliveira Neto¹

RESUMO

Este trabalho objetiva investigar a expansão da energia eólica no Nordeste brasileiro numa perspectiva ao desenvolvimento regional pela ótica das teorias clássicas da localização. O método histórico dedutivo é usado para evidenciar os caminhos da questão da desigualdade regional brasileira, bem como os aspectos teóricos que justificam a expansão da energia eólica no território nordestino. É feita também uma análise descritiva de dados e de informações em instituições públicas e privadas. Os resultados mostram que o Nordeste vem expandindo a produção de energia por fonte eólica devido a sua localização geográfica favorável com abundância de ventos, alavancando os investimentos com benefícios ao desenvolvimento regional, social e ambiental. Ademais, além da oferta elástica de “ventos”, o Estado desenvolveu políticas de incentivo, que atraem investimentos nacionais e estrangeiros, expandindo a produção e a industrializando da região com o setor eólico, o que pode fomentar a formação de um polo industrial.

Palavras-chave: Desenvolvimento Regional; Energia Eólica; Nordeste.

ABSTRACT

This study aims to investigate the expansion of wind power in northeast Brazil with a view to regional development from the perspective of classical theories of location. Deductive historical method is used to highlight the ways the issue of Brazilian regional inequality, as well as the theoretical aspects that justify the expansion of wind power in the northeastern territory. It also made a descriptive analysis of data and information in public and private institutions. The results show that the Northeast has been expanding through wind power energy production due to its favorable geographical location with plenty of wind, leveraging investments with benefits to regional, social and environmental development. Moreover, besides the elastic supply of "winds", the State has developed incentive policies to attract domestic and foreign investment, expanding production and industrializing the region with the wind sector, which can promote the formation of an industrial center.

Keywords: Regional Development; Wind Energy; northeast

¹ Mestre em Economia Regional pela UFRN. Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2012) e Especialista em Geografia do Semiárido pelo IFRN. Professor do Instituto de Ensino Superior (IESP)

INTRODUÇÃO

A energia é fundamental para o crescimento e desenvolvimento econômico. A sociedade pós-industrial depende cada vez mais do fornecimento de energia para manutenção do padrão produtivo capitalista e bem estar doméstico e social.

O domínio da tecnologia e os diferentes estágios do conhecimento científico pelo homem permitiram, ao longo da sua história, que diversas fontes de energia fossem utilizadas durante a evolução da humanidade, principalmente as formas tradicionais de geração (petróleo, carvão, nuclear e gás). O consumo de energia elétrica vem crescendo nos últimos anos e prosseguirá em alta, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA). A previsão é que, até 2030, a demanda por energia primária sofrerá um aumento de 55%. Essa tendência no padrão de consumo e de produção tem se mostrado cada vez mais insustentável, tanto econômico quanto ambiental.

Diante disso, a preocupação mundial com a segurança energética e com os impactos ambientais que a forma tradicional de geração de energia ocasiona, despertou o mundo para a necessidade de desenvolvimento de fontes renováveis de energias, e que as permitiram entrar no cenário global de produção como alternativa para geração de energia elétrica. Contudo, as energias alternativas necessitam de políticas públicas específicas para desenvolvimento do setor. E dentre as possibilidades, a energia eólica se destaca como uma das mais promissoras na geração complementar de energia limpa, renovável e competitiva, além de ser uma alternativa ao desenvolvimento regional.

As oportunidades e perspectivas de transformação da estrutura produtiva que o setor eólico pode oferecer são significativas, principalmente, para região Nordeste do país, que tem maior potencial em recurso eólico do Brasil.

Nesse sentido, a Ciência Regional que, até segunda guerra mundial, não tinha expressão acadêmica nem importância científica perante o mainstream econômico para explicar os fenômenos da economia regional e urbana, passa a ter relevância a partir do final da segunda guerra mundial e intensificada com a globalização da economia na década de 1970 com o processo de reestruturação industrial. Tendo como consequência as preocupações com o espaço e sua gestão e objetivando acabar com as desigualdades sociais e regionais.

No caso brasileiro, a questão da desigualdade regional se apresenta historicamente como obstáculo ao desenvolvimento econômico homogêneo da nação. A concentração industrial e da produção em São Paulo intensifica o debate sobre os desequilíbrios entre regiões e passar a ser o cerne do pensamento econômico nacional a partir de 1950. Com as políticas públicas estatais de incentivo à desconcentração, principalmente a partir de

1970, regiões como o Nordeste fomenta um processo de modernização da sua economia e aumenta a integração da região com o resto do país. A economia brasileira passou por diversos estágios e cenários ao longo das últimas décadas em que houve mudança na estrutura produtiva do país, mas, São Paulo ainda centraliza o dinamismo econômico, exigindo a continuidade do debate sobre a complexa problemática regional.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira seção é a introdução da pesquisa. A segunda seção traz o referencial teórico que dá embasamento para se entender a questão regional e as teorias do espaço. Na terceira seção é abordado a possibilidade de inserção da energia eólica na matriz elétrica nacional. Na quarta seção é feita uma análise dos desafios e oportunidades para o desenvolvimento do setor eólico no nordeste. E, finalmente, na quinta seção há as considerações finais.

Referencial Teórico

Breve histórico da questão regional e as raízes do atraso econômico do nordeste brasileiro

O fomento à industrialização de um país ou região tem sido difundido como solução para o atraso econômico e promover o desenvolvimento e, por consequência, diminuir as disparidades entre regiões. No pós segunda guerra mundial, a Comissão Econômica para América Latina (CEPAL) advertiu, aos chamados países subdesenvolvidos, para o crescente distanciamento entre os países ricos e pobres numa relação conhecida como “centro-periferia”, na qual a ideia era de que as economias do “centro” do mundo capitalista, ao reter os resultados do progresso técnico e científico, beneficiavam-se das relações de troca com a “periferia” capitalista, que exportava bens primários.

Assim, a CEPAL formulou teorias que propunham uma industrialização por meio de substituição de importações para segurar as enormes e crescentes disparidades econômicas entre os territórios. Surgiam, então, políticas econômicas voltadas para planos nacionais de desenvolvimento econômico.

No Brasil, as origens do processo de concentração industrial na região sudeste, notadamente em São Paulo, advêm desde o século XIX através do processo de concentração espacial da indústria. Esse processo de concentração econômica e centralização das atividades mais dinâmicas em São Paulo se agravam, em nível regional, com a eclosão da crise econômica de 1929.

É a partir da desestabilização econômica a nível mundial, que o Brasil, sobretudo o estado de São Paulo, muda seu padrão de concentração capitalista. Este estado, que tinha na economia cafeeira uma atividade bastante dinâmica até a crise de 1929, muda esse dinamismo para outro padrão de acumulação via processo de industrialização, adotando a substituição de importações.

De acordo com Cano (1998), existem dois aspectos fundamentais que explicam porque São Paulo vira o centro dinâmico da economia brasileira. Primeiro aspecto, antes da crise de 1929, São Paulo detinha 37,5% do total da produção industrial brasileira com uma estrutura produtiva diversificada e uma agricultura relativamente desenvolvida e expressiva, o que facilita a implantação de um complexo econômico industrial robusto. Segundo aspecto, o desempenho econômico apresentado na periferia nacional era bastante fraco, salvo raras exceções. Neste contexto, é o setor cafeeiro exportador que fomenta o processo de industrialização da economia brasileira, sendo a economia paulista que se beneficia com a mudança no padrão de produção nacional. Aquele estado tinha as bases para modernização e ampliação da sua economia com alta produtividade e uma divisão social do trabalho relativamente desenvolvida.

Por outro lado, a região nordeste que apresentava no seu complexo econômico apenas dois produtos principais para exportação, o açúcar e o algodão, não respondia de forma autônoma ao crescimento de São Paulo. A economia nordestina era baseada em relações de produção capitalistas muito frágeis em decorrência da sua estrutura primária exportadora. A consequência era a enorme concentração de renda e de propriedade, que resultava em pouca integração com o resto da economia do país.

Contudo, à medida que São Paulo crescia economicamente o processo de integração da economia nacional aumentava e, conseqüentemente, fazia o resto do país crescer. Cano (1998) afirma que o crescimento daquele estado não resultou em estagnação econômica das regiões periféricas do país, pelo contrário, o autor chama atenção para o fato de que, à medida que São Paulo crescia as demais regiões do país também cresciam. Sendo assim, a consequência prática era que São Paulo comandava o processo de acumulação capitalista, sendo o polo de crescimento da produção industrial do país.

A dinâmica gerada pelo processo de concentração regional em São Paulo provocou vários efeitos nas regiões periféricas, como de destruição, estímulo e inibição, o que em parte resulta numa restrição de autonomia que aquele estado imprime às regiões subdesenvolvidas através das relações capitalistas desiguais de produção. Assim, as crescentes desigualdades regionais decorrentes do período 1930 e 1970, com taxas diferenciadas de crescimento e de renda entre o centro dinâmico da economia nacional

localizada na região sudeste, sobretudo São Paulo, e as regiões periféricas, se dá pela lógica capitalista de localização industrial.

Na década de 1950, o Estado brasileiro elabora o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) em resposta às desigualdades regionais presentes entre o centro dinâmico e a região Nordeste, uma interpretação inédita da realidade regional e conscientização política. O Estado intervém na economia com objetivo de incentivar a industrialização de regiões periféricas, bem como desconcentrar o setor industrial e direcioná-las para espaços econômicos incipientes.

Em 1959, o governo cria a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), uma instituição específica para tratar e promover o desenvolvimento da região Nordeste. A SUDENE tinha o objetivo de promover o desenvolvimento econômico através do processo de fomento a industrialização do território nordestino, que conseqüentemente criaria um polo dinâmico centrado em atividades industriais modernas. Para isso, o Estado usou a estratégia de dar estímulos governamentais através de incentivos fiscais e investimentos estatais diretos em setores com base industrial.

A partir de 1970, houve desconcentração das atividades em resposta as políticas estatais. Esse período é marcado por crescimento econômico em todas as regiões. Foi um dos períodos de maior crescimento econômico para o país, o que ficou conhecido na literatura como “milagre econômico”. Além do crescimento, houve desconcentração industrial provocada pelas políticas econômicas territoriais viabilizadas pelo Estado com grandes projetos econômicos levados para outras regiões do país (Cano, 2008).

Já a década 1980 foi caracterizada como a década perdida devido à crise da dívida externa brasileira, em que houve dois momentos importantes: o primeiro ocorre até a metade da década de 1980, na qual a maturação de investimentos realizados na década anterior impacta positivamente no crescimento econômico, sobretudo, nas regiões subdesenvolvidas. O segundo momento ocorre na segunda metade da década, que é caracterizada pelo baixo desempenho econômico regional e nacional.

E nos anos 1990, houve reformas econômicas importantes na economia brasileira, que foi denominada de desconcentração do período neoliberal. Neste período, a economia continua com baixo crescimento econômico, principalmente no começo da década com as mudanças estruturais introduzidas no país. O período é caracterizado pela saída do Estado desenvolvimentista e indutor do planejamento e crescimento econômico (Cano, 2008). São adotadas políticas neoliberais caracterizadas por: valorização cambial; abandono do projeto nacional desenvolvimentista; privatizações; extinção de política de desenvolvimento regional e de instituições regionais de fomento ao desenvolvimento. Com essas políticas o parque industrial brasileiro foi fortemente atingido devido à

valorização da moeda para segurar a inflação, que vinha desestabilizando a economia desde a década passada.

Assim, diante de uma conjuntura histórica e um processo de desenvolvimento desigual entre regiões, as reformas neoliberais dos anos 1990 provocam, entre os estados subdesenvolvidos da nação, uma Guerra Fiscal, passando a ser a política de fomento de atração de investimentos produtivos em todo o território nacional.

De tal maneira que, as desigualdades econômicas entre regiões e suas atividades no espaço são o objeto de estudo da Economia Regional. Sendo assim, os diferentes níveis de desenvolvimento econômico suscitam a necessidade de políticas públicas voltadas a atender as particularidades que cada região precisa. Logo, o desenvolvimento de novas atividades em certos espaços pode determinar a criação de certas situações de sucesso econômico na região, possibilitando que esses espaços tenham polos industriais de desenvolvimento, como é o caso do complexo produtivo da energia eólica, que pode tanto atender parte da demanda por energia elétrica quanto possibilitar a industrialização do setor no Nordeste, já que esta região possui maior potencial explorável do Brasil.

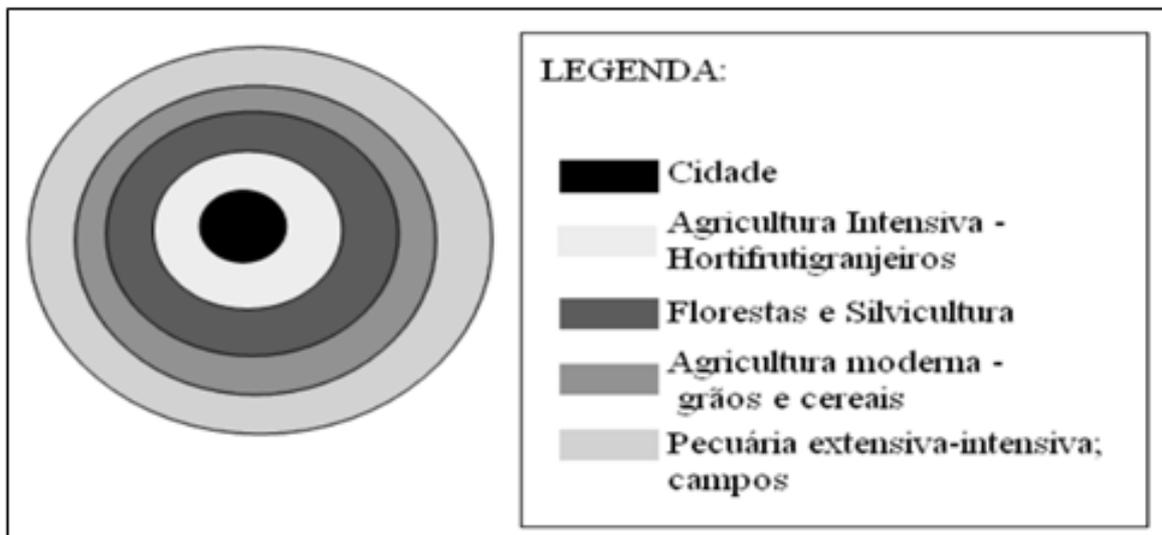
Uma breve abordagem de algumas teorias do espaço

Teoria do lugar central

Na análise das teorias clássicas de localização, Von Thünen (1826) foi um dos pioneiros na elaboração de modelos de localização de atividades econômicas no espaço. Thünen (1826) formula um modelo de localização das atividades agrícolas caracterizado por um modelo de estado isolado autossustentável e independente do restante do sistema econômico incorporando a noção de espaço na atividade econômica. O modelo se baseia nas relações entre o centro urbano e o campo, o papel dos transportes na economia e a localização ótima das culturas, no qual a ideia é que, a produção agrícola determina a composição da organização do espaço. O modelo organiza as atividades de acordo com a localização dos tipos de produção agrícola e relaciona-os com a influência da cidade, e cada atividade deve estar a certa distância do centro urbano.

Para ilustrar o modelo, abaixo, na figura 1 há um esquema teórico acerca do desenvolvimento do modelo, no qual Von Thünen faz sua análise a partir de anéis concêntricos, onde há uma delimitação entre o meio urbano e rural bastante distinto na condução da economia. O centro da figura corresponde ao espaço urbano e os círculos concêntricos são compostos por atividades agrícolas, que formam o espaço rural.

Figura 2 - Vazão do Rio São Francisco e Comportamento dos Ventos na Região Nordeste



Fonte: Alves e Maia (2009)

A localização das unidades produtivas em certos pontos desses anéis está em função de dois elementos básicos: o custo de transporte e a renda da terra. Esses fatores se comportam de forma contrária, ou seja, a renda da terra é tanto menor quanto maior for a distância da atividade ao centro urbano. Em relação ao custo de transporte, este pode aglomerar certas atividades, desempenhando a função de concentrador das atividades em um determinado espaço. Assim, nesse modelo, a localização das atividades se daria em um ponto de equilíbrio entre a renda da terra e o custo de transporte (Haddad, 1989).

Von Thünen utiliza a hipótese de distância limite, ou seja, a medida que a distância se torna muito grande em relação ao centro consumidor, a produção deixará de ser lucrativa por causa dos custos dos transportes. Assim, o produtor irá escolher a cultura agrícola mais rentável, de modo que a localização desejável compreenda o equilíbrio entre a renda da terra e o custo de transporte, pois o espaço rural e as atividades agrícolas são as que definem a ocupação da terra e a organização do espaço.

O autor configurou um modelo inovador para as especificidades da economia espacial, organizando as relações entre centro urbano e o rural pelos fatores distância e custos de transporte. Observando como a inter relação entre aqueles fatores afeta a renda de diferentes atividades econômicas espacialmente localizadas. E apesar de ser um modelo teórico abordando somente a produção agrícola, esta teoria influenciou, posteriormente, outros trabalhos em diferentes ramos das ciências humanas, como a geografia e pode abranger o desenvolvimento local, regional ou nacional. Portanto, esta teoria do lugar central pode ser adequada a um projeto de desenvolvimento de uma

indústria eólica localizada geograficamente no Nordeste, pois a região apresenta baixo índice de industrialização e o maior potencial eólico do país se localiza naquela região, baixando os custos de produção.

Teoria dos Polos de Crescimento

O conceito de teoria dos polos de crescimento foi desenvolvido por François Perroux na década de 1950. Porém, Marshall (1985), já no final do século XIX, realizou estudos sobre a existência de aglomerações industriais e de externalidades locais geradas pelo crescimento do setor industrial, em que a definição da localização das empresas era vista como ambiente gerador de vantagens competitivas. Então, em 1955 Perroux desenvolve a teoria do polo de crescimento baseado nos fatores aglomerativos marshallianos com inspiração em políticas keynesianas.

Perroux (1967) desenvolve o modelo teórico de polarização do crescimento no pós guerra, num contexto em que a ideia dominante era que a economia de um país se limitava ao seu espaço territorial, o que criava embates para a política internacional (Clemente, 1994). Perroux fez observações no complexo industrial francês nos arredores de Paris e ao longo do Vale Ruhr na Alemanha, e constatou que um polo industrial de crescimento exerce um efeito de atração sobre as demais unidades a ela relacionadas e ao longo das grandes fontes de matérias-primas.

Desse modo, regiões que se caracterizam por fortes fluxos comerciais são exemplos de formação de polos de crescimento e estes tem uma forte identificação geográfica, pois ele é produto das economias de aglomeração geradas pelos complexos industriais, que são liderados pelas indústrias motrizes (Souza, 1993). Contudo, apesar dos fatores de aglomeração possuírem um papel importante na teoria de polarização, a teoria perrouxiana teve maior influência das abordagens schumpeterianas de inovações no sistema econômico. A difusão de inovações tecnológicas pelas indústrias motrizes dissemina este progresso técnico no espaço, emprega mão de obra qualificada e melhor remunerada, além de produtos de maior valor agregado, gerando novas tecnologias e impactando positivamente as indústrias movidas (Cavalcante, 2011 e Souza, 1993). Assim, a indústria motriz tem um poder industrializante capaz de modificar as estruturas econômicas e sociais, contribuindo com o desenvolvimento econômico local, regional ou nacional.

Souza (1993) apresenta as seguintes características da indústria motriz, líder do complexo de atividades e formadora do polo industrial: (a) cresce a uma taxa superior à

média da indústria nacional; (b) possui inúmeras ligações locais de insumo-produto, através das compras e vendas de insumos; (c) apresenta-se como uma atividade inovadora, geralmente de grande dimensão e de estrutura oligopolista; (d) possui grande poder de mercado, influenciando os preços dos produtos e dos insumos e, portanto, a taxa de crescimento das atividades satélites a ela ligadas; (e) produz geralmente para o mercado nacional e, mesmo, para o mercado externo (Souza, 1993, p. 89).

Para Perroux, o espaço econômico é definido como espaço abstrato que abrange o espaço geográfico e as relações econômicas de produção. Dessa forma, o autor sistematiza a divisão do espaço econômico em três partes: como conteúdo de um plano, como conjunto homogêneo e como um campo de forças. O espaço como conteúdo de um plano é apresentado como um conjunto de relações input-output estabelecidas entre agentes econômicos, ou seja, de um lado há os fornecedores de matérias-primas, mão-de-obra e capital e do outro lado há seus compradores intermediários e finais. O espaço como conjunto homogêneo que é definido por relações homogêneas entre empresas, que se localizam no mesmo espaço econômico. E finalmente há o espaço como campo de força que é constituído por centros que distribuem dispersão das atividades (forças centrífugas) e que favorecem a aglomeração de atividades (forças centrípetas). Dessa forma, cada centro tem seu próprio campo e sofre forças de atração e repulsão, simultaneamente (Perroux, 1967).

A teoria dos polos de crescimento surgiu como esforço de François Perroux para tentar solucionar os problemas criados pelas desigualdades regionais em diversos países. O polo de crescimento é constituído de uma empresa motriz que por natureza provoca o crescimento ou a retração de um número maior de atividades, apresentando taxas de crescimento do produto mais elevadas do que a taxa média do produto nacional. O desenvolvimento ocorreria através de uma diferenciação, em que as atividades mais importantes teriam uma maior influência. E a polarização industrial caracteriza-se pelo processo de concentração geográfica das plantas industriais aglomerando outras plantas econômicas que atende as demandas do complexo industrial. São demandas coletivas de diversas necessidades, como alojamentos, transportes e serviços públicos, que no final atraem outras atividades econômicas impulsionando ainda mais a economia, o produto e a renda.

As regiões que se caracterizam por fortes fluxos comerciais são exemplos de formação de polos de crescimento e estes tem uma forte identificação geográfica, pois é produto das economias de aglomeração geradas pelos complexos industriais, que são liderados pelas indústrias motrizes. E como a energia eólica possui intensidade tecnológica alta há outro aspecto relevante nessa atividade, que são as inovações

tecnológicas que aquela atividade pode gerar e, por conseguinte, disseminar o progresso técnico no espaço.

Inserção da energia eólica na matriz elétrica nacional

O sistema brasileiro de geração de energia elétrica é tradicionalmente vocacionado pela fonte hidrológica, no qual a produção de energia chega superar os 60%. É uma composição singular e privilegiada quando comparada com a matriz elétrica de outros países (CASTRO, 2010). Esse perfil dá ao Brasil uma estrutura beneficiada que garante uma oferta de eletricidade de uma matriz elétrica limpa, renovável e competitiva economicamente. São grandes reservatórios que controla a oferta de energia elétrica durante o ano inteiro. Todavia, a geração de eletricidade por hidrelétricas depende do regime de chuvas, pois não há garantias de chuvas regulares todos os anos e, portanto, o sistema é caracterizado por forte sazonalidade.

A característica de ter grandes reservatórios no sistema elétrico nacional é explicada em razão da própria história do desenvolvimento econômico nacional e da localização das cidades, pois a exploração de hidrelétricas de grande porte ocorreu, inicialmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil próximo aos grandes centros consumidores. Porém, com a expansão do processo de integração da estrutura produtiva para todo o país, a demanda por energia aumenta e, a exploração e expansão da produção de energia por hidrelétricas se desloca para região Norte, onde há grande potencial de produção.

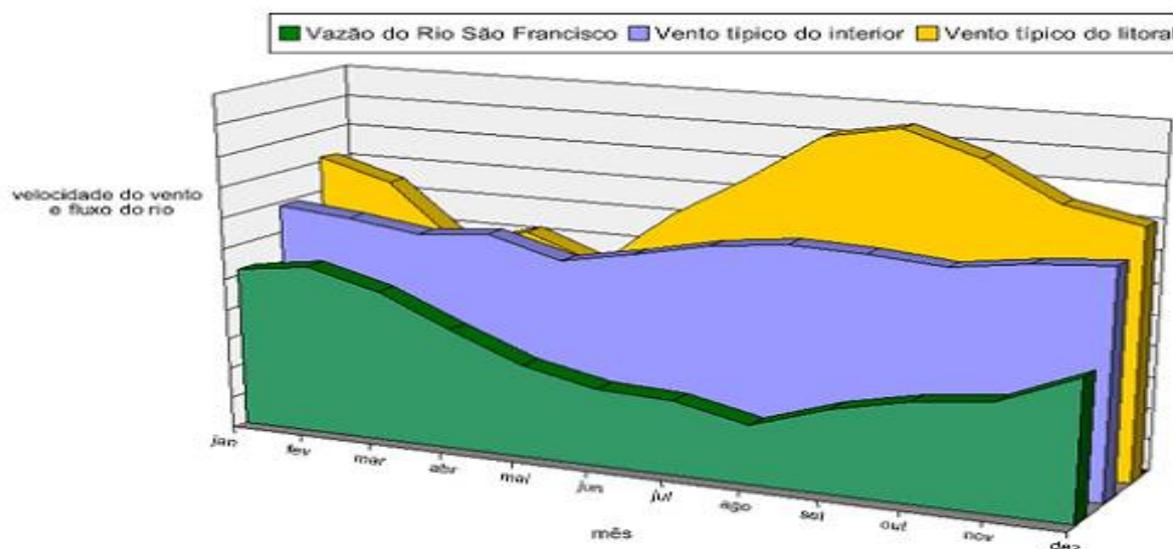
Contudo, o potencial hídrico existente na região Norte está localizado na região amazônica e, portanto, há uma grande discussão em torno da sua preservação no sentido de não ocasionar grandes impactos socioambientais. Sendo assim, questões geográficas, legais e principalmente ambientais vêm dificultando e limitando a construção de novas usinas hidrelétricas com grande capacidade de armazenar água.

Neste contexto, o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) necessitará cada vez mais de fontes alternativas de geração de eletricidade tanto para o período seco do ano quanto para atender ao aumento da demanda por energia elétrica (CASTRO, 2003).

Estudos sobre o potencial, viabilidade econômica e ampliação da participação das fontes alternativas na matriz elétrica brasileira se justificam. A energia eólica apresenta complementaridade à hidroeletricidade, pois pode operar justamente no período seco do ano (ver figura 3 abaixo). Além de ser compatível com o novo paradigma mundial de redução da emissão de gases do efeito estufa.

Os benefícios para o setor elétrico nacional são enormes. As hidrelétricas e a energia eólica operando em conjunto podem garantir o fornecimento de energia em longo prazo, além de serem limpas, renováveis e competitivas economicamente. A fonte eólica pode atuar como complemento e/ou suporte em casos de riscos na oferta por fonte hídrica. Estudos comprovam que, nos meses menos intensos em chuvas são os de ventos mais fortes, sobretudo na região Nordeste do país, figura 2.

Figura 2 - Vazão do Rio São Francisco e Comportamento dos Ventos na Região Nordeste

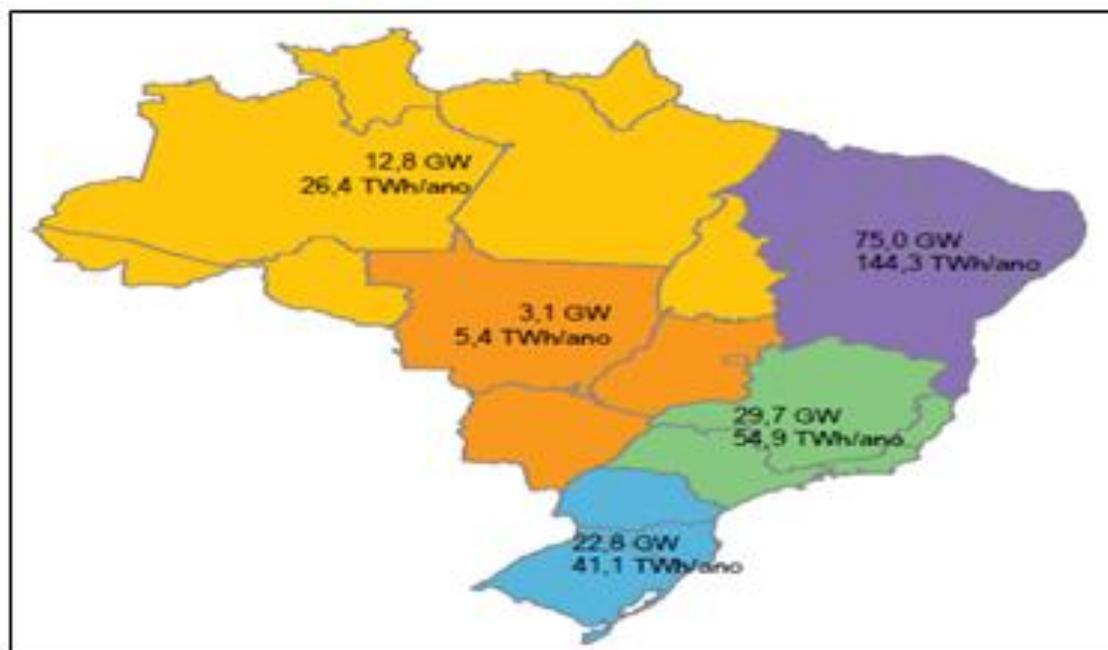


Fonte: Dutra, 2001

O potencial eólico brasileiro é estimado em mais de 143 GW com torres de 50 metros. Contudo, usando torres eólicas de 100 metros o potencial pode mais que dobrar. A Região Nordeste apresenta o maior potencial para geração de energia com mais de 50% do total nacional sem levar em consideração o potencial offshore², figura 3. O Nordeste é uma das regiões com maior incidência de ventos e velocidade média entre 6 m/s e 8,5 m/s (Gondim, 2009).

² Produção de energia elétrica por fonte eólica em alto mar

Figura 3 – Potencial eólico por região no Brasil



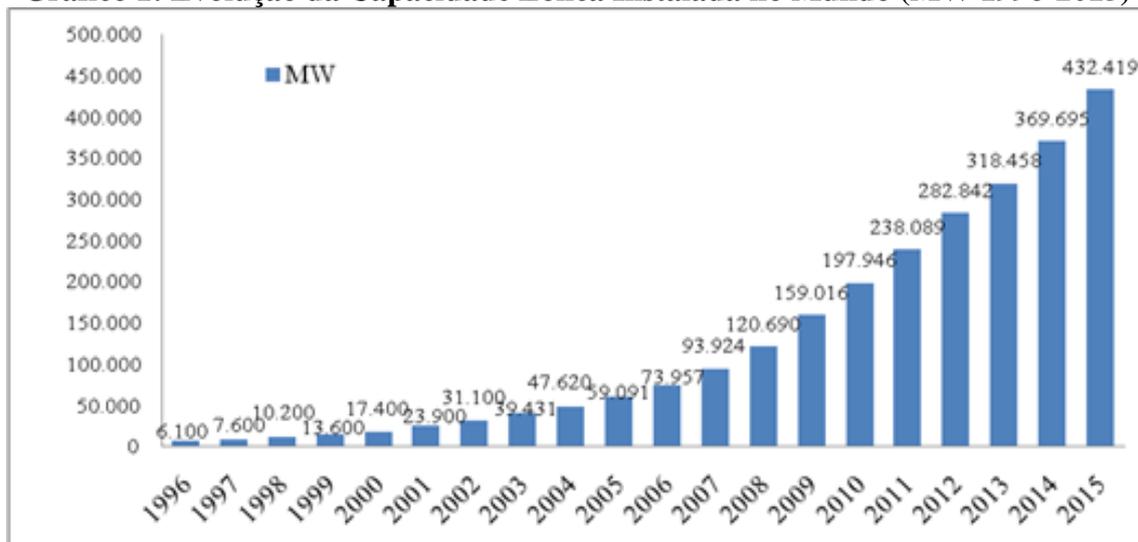
Fonte: ANEEL, 2008.

Desafios e oportunidades para o desenvolvimento do setor eólico no nordeste

A crescente expansão do uso da energia eólica no mundo tem despertado cada vez mais países, em diversas regiões do planeta, a investirem e desenvolverem o setor eólico para expansão da produção e, conseqüentemente, o complexo industrial eólico. Esses países vêm criando um ambiente institucional favorável aos investimentos em energia eólica através de Políticas Públicas para avançar no mercado de máquinas e equipamentos para produção em larga escala (Oliveira, 2012).

As fontes renováveis de energia vêm ganhando espaço no cenário mundial de turbulências ambientais, na qual fonte eólica vem se transformando em uma das principais fontes alternativas de produção de energia elétrica nos últimos anos, se destacando pelo grande e rápido crescimento nos últimos anos.

A exploração da fonte eólica está em plena expansão para produção de energia elétrica, segundo o Conselho Global de Energia Eólica (GWEC), o mundo produzia 6.100 MW na segunda metade dos anos 1990 e, em 2015 a produção saltou para 432.00 MW (GWEC, 2015). Nem mesmo a crise financeira internacional de 2008/2009, impediu a expansão da produção do setor, que continuou crescimento nos anos seguintes (gráfico 1).

Gráfico 1: Evolução da Capacidade Eólica Instalada no Mundo (MW 1996-2015)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da GWEC, 2015.

A comercialização das turbinas eólicas nesse cenário mundial se desenvolveu rapidamente desde 1985 com perspectivas de continuar evoluindo devido ao perfil de crescimento da energia eólica no mundo. Nos anos 1980 a indústria eólica produzia aerogeradores com 50 Kw de potência, porém, com o avanço da tecnologia e investimento em P&D, é possível produzir aerogeradores com potência de 7.000 Kw (CRESESB, 2010).

São investimentos, principalmente, de países desenvolvidos, justificados pela necessidade de se garantir a segurança do suprimento energia. Além de diminuir a dependência de importação de petróleo de regiões extremamente instáveis geopoliticamente. Para esses países, essa nova atividade econômica, possibilita também a industrialização de regiões que tem potencial de produção, sendo uma indústria motriz da cadeia produtiva dos aerogeradores.

A indústria eólica dinamarquesa é caracterizada, por exemplo, pelas constantes inovações tecnológicas, diferenciação de produto, confiabilidade nos seus produtos, eficiência e vantagens absolutas de custos, resultando em garantias de mercado não só interno como também externo com exportações de equipamentos e consultoria. Para se ter ideia, a indústria eólica da Dinamarca tem 8.5% de participação do total das exportações daquele país, em 2010, com um faturamento superior a 6 bilhões de euros (DWIA, 2010).

No caso do Brasil, o país não promoveu investimentos em fontes alternativas de energia elétrica devido à abundância em recursos hídricos. Porém, o racionamento de eletricidade de 2001 revelou um grave problema estrutural, no qual a demanda por eletricidade crescia a uma taxa maior que a oferta. Logo, houve a necessidade de se

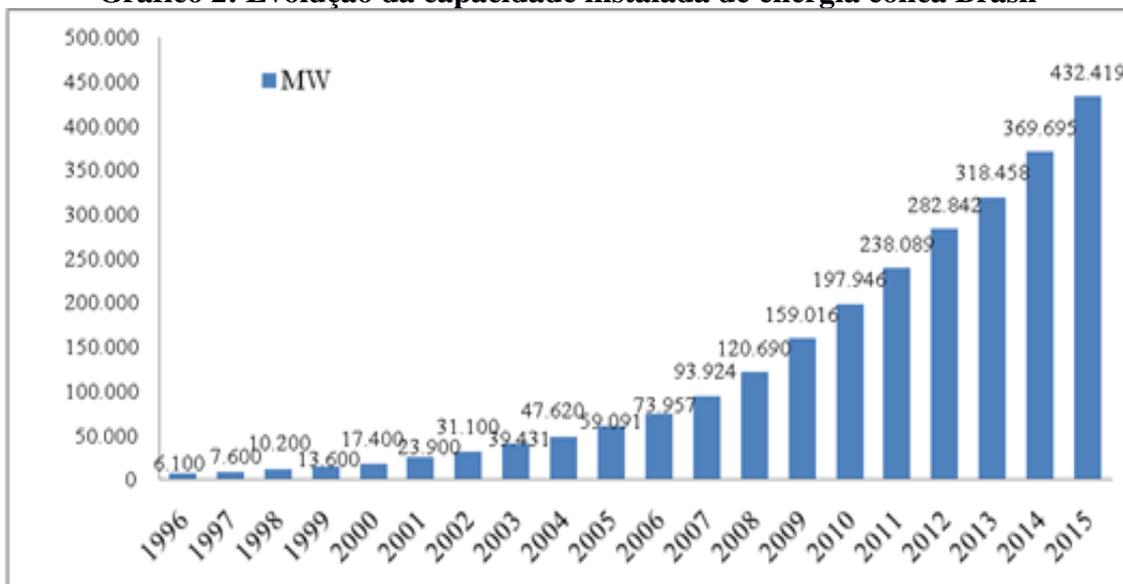
repensar o planejamento elétrico nacional, em que o Estado precisava recuperar seu papel de indutor do Sistema Elétrico Brasileiro agregando sua capacidade de financiamento e investimento, além de trabalhar em conjunto com o setor privado em parcerias estratégicas (Oliveira, 2012).

De tal maneira que, o desenvolvimento da geração de eletricidade de origem eólica no Brasil foi iniciado em 2002 a partir do Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que coloca em marcha as políticas públicas destinadas a diversificar a matriz energética do país a partir de novas fontes alternativas de energia, além de abrir caminho para a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no país.

O PROINFA comprometeu-se a comprar entre 2 a 3 mil MW de energia. Os custos de produção da energia eólica são três vezes menores do que é o das térmicas, embora seja mais cara 42 % do que a produzida pela hidrelétrica. Desde o lançamento do PROINFA, em 2003, e somente pelo efeito da concorrência entre fabricantes, os preços do kilowatt para geradores eólicos passou de R\$ 6,5 mil para algo em torno de R\$ 3,5 mil. O custo de conexão dos parques eólicos ao Sistema Interligado Nacional (SIN) representa entre 8% a 10 % do valor do empreendimento. O custo das linhas de transmissão (LT) está incluído neste percentual. O custo da energia se torna mais alto pela necessidade de infraestrutura.

Para os empreendedores, a proposta é de que a linha de transmissão seja também ofertada pelo governo, o que diminuiria os custos em até 3%. Cabe ao investidor da energia eólica arcar com os custos com a implementação do sistema de conexão ou até a instalação compartilhada de geração (ICG).

Assim, com os incentivos estatais, a Região Nordeste, por ter o maior potencial eólico do Brasil, foi pioneira na instalação de parques eólicos e tem atraído grandes investimentos estrangeiros, tanto para produção de energia quanto para o desenvolvimento do setor industrial. No gráfico 4, vê-se que, do ano de 2005 a 2015 há uma grande expansão na produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil. Este fenômeno acelera a entrada de indústrias na região, que tem duas consequências prática, a primeira é o expansão da oferta e a segunda é o barateamento dos custos de produção.

Gráfico 2: Evolução da capacidade instalada de energia eólica Brasil

Fonte: Abeeólica, 2015

Ao observar o gráfico percebe-se que, em termos de produção de energia, a fonte eólica está em plena ascensão no mercado brasileiro. Quando se analisa os dados por região, o Nordeste concentra quase 80% dos parques eólicos instalados no país com 6.888 MW dos 8.715 MW do total nacional, o que é de se esperar diante do seu potencial. Sendo que, desde o início da implementação das usinas eólicas na região há uma concentração dos parques no Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará. Contudo, outros estados, que não vinham sendo contemplados nos leilões, começam a ter participação nos empreendimentos eólicos.

Diante desta expansão, já se observa uma implantação da indústria eólica com sua cadeia produtiva de aerogeradores, torres e pás, além dos subcomponentes.

De acordo com estudo de 2014 da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a localização para a instalação das fábricas dos equipamentos eólicos segue diferentes motivações.

No caso da montagem da nacelle e do cubo do rotor (ver Quadro 1) as empresas Gamesa, Alstom, Acciona e IMPSA, têm unidades no Nordeste e no Rio Grande do Sul, próximas dos locais de maior potencial de instalação de parques eólicos (ABDI, 2014). No caso da WEG e GE Energy, estas preferiram utilizar a estrutura fabril nas cidades de Jaraguá do Sul e Campinas, respectivamente. A Wobben, que foi a primeira montadora a se instalar na América do Sul, preferiu usar a estratégia de se localizar próxima à cadeia de fornecedores em São Paulo, assim como a GE.

Quadro 1: Montadoras de aerogeradores com fábricas no Brasil, com localização e capacidade

Montadoras de aerogeradores	Localização	UF	Capacidade anual (prevista)
IMPISA	Suape	PE	400 aerogeradores, expansível para 500
IMPISA	Guaíba	RS	100 aerogeradores, expansível para 200
WEG	Jaraguá do Sul	SC	100 MW, chegando a 200 MW em 2014
Wobben	Sorocaba	SP	500 MW
GE	Campinas	SP	500 MW
Alstom	Camaçari	BA	400 MW
Gamesa	Camaçari	BA	400 MW
Acciona	Simões Filho	BA	135 cubos e 100 naceles
Vestas	Aquiraz	CE	400 MW

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da ABDI, 2014.

No tocante aos fornecedores dos subcomponentes para montagem dos cubos, São Paulo concentra a maior parte das fábricas. Das 16 fabricas de subcomponentes, como carcaça do cubo, carenagem do cubo/cone, rolamentos do passo (pitch), placas (torque e Stiffening Plates), sistemas de lubrificação, elementos do sistema de Passo (Pitch), 12 estão instaladas no Estado de São Paulo, ou seja, 75% dos subcomponentes para montagem de naceles e cubos.

Não é diferente com os subcomponentes da nacele, isto porque 20 (ou 55%), das 36 instalações do país para fabricação da estrutura da nacele, carenagem da nacele, acessórios, sistema de YAW, conversor/inversor, transformador (principal e auxiliar), sistema de freios, sistema de travamento do rotor, painel de proteção elétrica e cabos/barramento, se encontra em São Paulo. O Nordeste tem apenas duas fábricas, uma em Alagoas, que fabrica carenagem e a outra na Bahia, que fabrica painel de proteção elétrica.

Quanto à localização espacial dos fabricantes de torres, há uma melhor distribuição por causa da necessidade de estar mais próximo das localidades receptoras dos parques eólicos (ver quadro 2). Isso fica mais evidente no caso das torres de concreto, que é o caso do RN, CE e BA. Ambos têm fábricas próximas aos empreendimentos eólicos. Já as fabricantes de torres de aço podem se instalar próximo aos empreendimentos ou não, pois as laminas de aço podem ser transportadas.

De modo geral a definição do tipo de torre a utilizar num parque eólico depende de alguns fatores como, o projeto, altura do gerador, custo, montagem e manutenção, além da facilidade do transporte.

Quadro2: Fabricantes de torres com fábricas no Brasil por tipo, com localizações e capacidades

Fabricantes de torres	Tipo	Localização	UF	Capacidade anual (previsão)
Gestamp	Aço	Cabo de Santo Agostinho	PE	450
Engebasa	Aço	Cubatão	SP	168
Engebasa	Aço	Guaíba	RS	-300
Torrebras (Windar)	Aço	Camaçari	BA	220
Intecnia	Aço	Erechim	RS	100
Tecnomaq	Aço	Aquiraz	CE	-100
Brasilsat	Aço	Curitiba	PR	50
ICEC-SCS	Aço	Mirassol	SP	100
Alstom	Aço	Canoas	RS	120
Alstom	Aço	Jacobina	BA	-150
Ernesto Woebecke	Concreto	Gravataí	RS	*
Wobben	Concreto	Parazinho	RN	500
CTZ Eolic Tower	Concreto	Fortaleza	CE	120
Inneo	Concreto	Trairi Casa Nova	CE/BA	250
Eolicabrás/(sede)	Concreto	São Paulo	SP	40 a 50

Fonte: elaboração própria a partir das informações da ABDI, 2014

Quanto à localização dos principais fornecedores de subcomponentes para a fabricação de torres de aço e de concreto, destaca-se a concentração na região Sul/Sudeste. No caso das torres de aço, das 21 fábricas que fornecem componentes para o setor, como chapas de aço laminado, flanges, fixadores, portas, escotilhas, tintas e componente internos das torres, 19 ficam na região citada. Apenas duas fábricas estão instaladas no Nordeste, as quais fornecem 3 componentes para as torres. Uma em Pernambuco, fabricando flanges e portas e a outra no Ceará, que fabrica componentes internos. Já no caso das torres de concreto, a distribuição espacial dos subcomponentes

também está concentrada nas regiões Sul/Sudeste, sobretudo em São Paulo. Subcomponentes como insertos metálicos, cabos de aço de pró tensão, aditivos para concretos e adesivos (montagens e reparos de pré-moldados) e componentes internos, estão sendo fabricados por 12 empresas instaladas no Brasil. Sendo que 11 estão nas regiões Sul/Sudeste, só em São Paulo são 9 e 1 no Ceará (fornecendo componentes internos) (ABDI, 2014).

Por fim, a localização espacial dos fabricantes de pás está distribuída entre o estado de São Paulo e o Nordeste, sobretudo, Ceará e Pernambuco (ver Quadro 3).

Quadro3: Fabricantes de pás eólicas com fábrica no Brasil, com localizações e capacidades

Fabricante de pás	Localização	UF	Capacidade anual
Tecsis	Sorocaba	SP	6000
Wobben	Sorocaba	SP	1500 (total)
Wobben	Pecém	CE	CE/SP
Aeris	Pecém	CE	600
LM Wind Power	Suape	PE	1000

Fonte: Elaboração a partir das informações da ABDI, 2014.

Como se pode observar, o Brasil já apresenta uma boa estrutura da cadeia produtiva do setor eólico, possuindo unidades de montagem de aerogeradores e a fabricação de componentes e subcomponentes das pás, torres, necele e cubo. Com um ambiente institucional bem organizado e estruturado, como o Proinfa e os leilões, além das linhas de financiamento do BNDES, o país tem avançado no desenvolvimento da indústria eólica fornecendo bens e serviços. Diversos fabricantes internacionais de aerogeradores vieram para o país, a partir de 2009/2010, motivados pela capacidade produtiva ociosa nos seus países de origem ocasionada pela crise financeira internacional de 2008.

De imediato pode-se imaginar que o Nordeste, por oferecer o maior potencial em recurso eólico do Brasil, seria o maior beneficiado em termos de internalização da cadeia produtiva do setor. Neste sentido, Macedo (2015, p. 317) adverte, “não basta ter vento. É preciso, adicionalmente, fomentar o encadeamento produtivo com investimento em infraestrutura de transmissão e de logística, e com incentivos financeiros (...)”. De modo

geral, ter ventos propícios à geração de energia eólica é uma das condições de atrair ou de se ter uma cadeia produtiva naquele espaço, mas não é o essencial.

Dessa forma, acredita-se que região poderia estar desenvolvendo um grande polo produtivo do setor eólico, mas ainda apresenta baixo desenvolvimento econômico (histórico) e alguns outros problemas, que se revelam diante da expansão da produção de eletricidade por fonte eólica. Alguns gargalos de infraestrutura, como a logística, é exemplo da não superação do subdesenvolvimento que impede o avanço mais rápido do setor. A falta de estrutura, como transportes, estradas, conexão elétrica, mão de obra qualificada, entre outros, travam a prosperidade dessa nova atividade na região e seus estados com maior potencial, como o RN. Ademais, a questão institucional como políticas mais bem definidas e com envolvimento maior do Estado na condução da organização e regulamentação do setor também necessita de aperfeiçoamentos.

Estados como BA, CE e PE estão na dianteira na região para conseguir integrar a cadeia produtiva. Esses estados devem estar realizando planejando e/ou desenvolvendo mecanismos de competitividade para a atração de fabricantes eólicos para seus territórios.

Diante do exposto, observa-se que existem vários desafios a enfrentar para criar uma indústria eólica nacional forte, competitiva e com custos acessíveis. O país necessita de projetos e/ou programas Ciência, Tecnologia de Inovação, os quais passam por ações do Estado, de pesquisas das Universidades e Institutos Técnicos, além dos centros de pesquisa, no intuito criar e desenvolver conhecimento próprio para atender a demanda interna da cadeia produtiva do setor eólico. Além disso, também necessita de uma logística com quantidade, qualidade e preço que valorize o espaço nacional/regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, o debate sobre a questão do desenvolvimento regional vem sendo retomado, sob uma nova ótica diante da realidade de políticas econômicas de cunho neoliberal. A redução das desigualdades regionais no Brasil sempre foi prioridade, pois o país apresenta altos índices de concentração das atividades econômicas na região sudeste. É necessário que as novas oportunidades de fomento ao desenvolvimento regional, como é o caso da atividade eólica, sejam aproveitadas para implantação de um polo industrial, que beneficiaria outras atividades no complexo produtivo, pois a atividade eólica é caracterizada pelo processo de constante inovação, alta tecnologia e P&D que, por sua vez necessita de proteção por um aparato institucional bem organizado.

Contudo, é necessário realizar uma análise mais detalhada do ambiente locacional da energia eólica para postular uma formação de um complexo industrial da atividade

eólica no Nordeste. Portanto, torna-se essencial tomar medidas com políticas claras para o setor de energia no Brasil, e adotar estratégias para inserir o Nordeste no complexo industrial de peças e equipamentos que internalize a cadeia produtiva com empresas complementares e não correr o risco de se tornar um sistema produtivo isolado das demais atividades da energia eólica, como o setor de serviços. É necessário diversificar a produção industrial aproveitando as potencialidades internas à região para fomentar o crescimento e desenvolvimento econômico regional.

Assim, os benefícios da inserção da energia eólica para segurança energética do mundo, inclusive para o Brasil, são indiscutíveis. A participação do Estado como planejador do sistema elétrico é a maneira mais adequada e eficiente para o aumento da inserção da energia eólica na matriz elétrica. A criação de um ambiente institucional precisa ser melhorada para atrair mais investimentos para o setor. Com as políticas públicas já implementadas, os investimentos de empresas estrangeiras vêm aumentando no país e a indústria já começa a se instalar no Brasil. A instalação desse complexo industrial, principalmente no Nordeste, pode criar incentivos para um padrão estratégico de política industrial, comercial e tecnológico (ICT).

Sendo assim, uma complexa rede de subsídios, programas e políticas públicas precisam ser desenvolvidas para o benefício social, econômico e ambiental. Por outro lado, o país tem gargalos estruturais que também necessitam de intervenção, como estradas precárias para implantação dos projetos, novas linhas de transmissão, orientação técnica para os proprietários de terrenos com potencial de geração, etc. Assim, parcerias estratégicas entre o setor público e o privado podem ser idealizadas para o benefício da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

ABREU, Yolanda Vieira de. **A reestruturação do setor elétrico brasileiro: Questões e Perspectivas**. Tese (Mestrados) apresentada ao Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ARAÚJO, T.B. - **Por uma Política Nacional de Desenvolvimento Regional**. Revista Econ. Do Nordeste, BNB, Fortaleza, 4-6/1999.

ALVES, Flamarion D. & MAIA, Adriano C. Teorias sobre o espaço e a questão rural-urbano. In: FERREIRA, Darlene Ap. O. & FERRERA, Enéas F. (Org.). Estudos Agrários: Conceitos e Práticas. Rio Claro: Pós-Graduação em Geografia - IGCE, 2009.

BARROS, A. Rands. **Desigualdades Regionais no Brasil: natureza, causas, origens e solução**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BIELSCHOWSKY, Ricardo. **Energia elétrica no Brasil, 1993-97: investimentos deprimidos numa transição problemática**. Brasília: CEPAL, 1997. Disponível em: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/4960/capvi.pdf> Acesso em: 30 jan. 2016.

BRANDÃO. C. **A Dimensão Espacial do Subdesenvolvimento: uma agenda para os estudos urbanos e regionais**. Unicamp, Instituto de Economia, Tese de Livre Docência, Campinas, 2003.

CAIADO, Aurílio Sérgio Costa. **Desconcentração Industrial Regional no Brasil (1985 – 1998): Pausa ou Retrocesso?** Tese de Doutorado: Universidade Estadual de Campinas: 2002.

OLIVEIRA. Calisto Rocha. **ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: mais do que uma alternativa energética, 2012**. Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Economia da UFRN como requisito para obtenção do título de Bacharel em Economia.

CANO, Wilson. **Desequilíbrios Regionais e Concentração Industrial no Brasil (1930-1995)** Campinas, IE/UNICAMP, 1998

_____. **Desconcentração Produtiva Regional do Brasil 1970-2005**. São Paulo: UNESP, 2007.

CASTRO, Nivalde José. **Avanços na reestruturação do setor de energia elétrica**. IFE: Informe Eletrônico, Rio de Janeiro, n. 1081, 2 p., 31 mar. 2003. Disponível em: <<http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrabras/artigos/castro6.htm>> Acesso em: 5 mar. 2016.

CAVALCANTE, L.R. Produção teórica em economia regional: uma proposta de sistematização. **Revista brasileira de estudos regionais e urbanos**, v. 2, p. 9-32, 2008.

CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA (Org.). **Potencial Eólico do Brasil**. 2001. Disponível em:

<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/atlas_eolico_brasil/atlas.htm> . Acesso em: 20 de mar 2016.

CLEMENTE, A. **Economia Regional e Urbana**. Editora Atlas S.A, São Paulo, 1994.

FERREIRA, Henrique Tavares. **Energia Eólica: Barreiras a sua participação no Setor Elétrico Brasileiro**. Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2008.

TEIXEIRA, Maria do Socorro Gondim. **ONDE O VENTO FAZ A CURVA: a formação do pólo de energia eólica no estado do Rio Grande do Norte**, SEMINÁRIO INTERNACIONAL DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO NORDESTE. 2009

GUIMARÃES NETO, L. - **Introdução à Formação Econômica do Nordeste**, Massangana-FJN, 1989.

GAVINO, Natália Azevedo. **Energia Eólica: uma análise dos incentivos à produção (2002-2009)**. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report: Annual Market Update, 2015**. Disponível em: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/03/GWEC_Global_Wind_2015_Report_LR.pdf. Acesso em: 01 de Abril 2016.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report: Annual Market Update, 2015**. Disponível em: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2015.pdf. Acesso em: 01 de Abril 2016.

MACEDO, Luziene Dantas. **Produção de Energia Elétrica por Fonte Eólica no Brasil e Aspectos de seu Impacto na Região Nordeste e Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo (SP), 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000949591>. Acesso em: 01 Jul 2016.

PACHECO, Carlos Américo. **A fragmentação da nação**. Tese de Doutorado. Campinas, Ed. Unicamp/Instituto de Economia, 1998.

PERROUX, François. *A Economia do século XX*. Porto: Herder, 1967.

SILVA, Neilton Fidelis. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE, Rio de Janeiro. 2006.

SOUZA, N. J. Teoria dos polos, regiões inteligentes e sistemas regionais de inovação. Porto Alegre, jan/jul 2005, análise, v. 16, nº 1, p. 87-112.

VIDAL, Francisco Carlos Baqueiro. **Nordeste do Brasil – atualidade de uma velha questão: vicissitudes da teoria do subdesenvolvimento regional no contexto do capitalismo contemporâneo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador.