

ENERGIA EÓLICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E O CONTROLE DO LUGAR SOBRE A PARCELA TÉCNICA DA PRODUÇÃO

Wind energy in the brazilian semi-arid and the place's control of the technical portion of production

Energía eólica en el semiárido brasileño y control del lugar sobre la parcela técnica de producción

Mariana Traldi

Instituto Federal do Estado de São Paulo - Campus Hortolândia

mariana.traldi@ige.unicamp.br

Resumo: Com este texto pretendemos mostrar que a evolução do macrossistema elétrico brasileiro, a partir da instalação de parques eólicos, acabou por retirar dos lugares o comando da parcela técnica da produção. Para tanto, iniciamos nossa discussão desvelando a atual organização do sistema elétrico brasileiro, com o objetivo de mostrar que ele se configura enquanto um macrossistema técnico. Seguimos discutindo a atual composição da matriz elétrica brasileira, revelando que ela tende à diversificação e que a energia eólica está entre as novas fontes inseridas no macrossistema elétrico brasileiro. Retomamos a origem e a expansão dessa técnica de geração de energia elétrica pelo mundo até sua chegada ao Brasil. Tratamos ainda da instalação de parques eólicos no território brasileiro com o objetivo de mostrar que sua implantação vem se dando de forma concentrada, nas regiões Nordeste e Sul, especialmente, no semiárido nordestino. Por fim discutimos a implantação de parques eólicos em municípios do semiárido baiano e potiguar, baseados em dados colhidos em trabalho de campo e visitas técnicas e em instituições públicas e privadas ligadas à formação de mão-de-obra para atuar na operação e manutenção de equipamentos no setor eólico. Por fim, mostramos como a nova forma de organização e operação do macrossistema elétrico brasileiro retira dos lugares, onde os parques eólicos são instalados, o controle da parcela técnica da produção de energia elétrica.

Palavras-chave: *Macrossistema técnico*, uso do território, energia eólica.

Abstract: This paper intends to show that the evolution of the Brazilian electric macrosystem, due to the installation of wind farms, culminated in the removal of the control of the technical portion of production in these places. Therefore, we begin our discussion unveiling the current organization of the Brazilian electrical system, in order to show that it is configured as a technical macro-system. We continue by discussing the current composition of the Brazilian electrical matrix, revealing that it tends towards diversification and that wind energy is among the new sources that have been inserted in the Brazilian electrical macro-system. We return to the origin and expansion of this electric energy generation technique throughout the world until its arrival in Brazil. We also deal with the installation of wind farms in the Brazilian territory with the aim of showing that its implementation has been taking place in a concentrated way, in the Northeast and South regions, especially in the northeastern semi-arid region. Finally, we discuss the installation of wind farms in the Brazilian semi-arid, based on data collected in fieldwork and technical visits in the semi-arid regions of Bahia and Rio Grande do Norte, as well as in public and private institutions related to labor training, equipment operation and maintenance in the wind power sector. Lastly, we show how the new form of organization and operation of the Brazilian electric macro-system removes the control of the technical portion of the electric energy production from the places where the wind farms are installed.

Keywords: Technical macrosystem, land use, wind energy.

Resumen: Este texto pretende mostrar que, a raíz de la instalación de parques eólicos, la evolución del macrosistema eléctrico brasileño ha acabado eliminando el control sobre la parcela técnica de producción de los lugares en que los parques se encuentran. Para esto comenzamos nuestra discusión revelando la organización actual del sistema eléctrico brasileño con la intención de demostrar que éste se configura como un macrosistema técnico. A continuación, discutimos la configuración de la matriz eléctrica brasileña, señalando que tiende a la diversificación y que la energía eólica se encuentra entre las nuevas fuentes energéticas inseridas en el macrosistema eléctrico brasileño. Retomamos el origen y la expansión mundial de esta técnica de producción de energía eléctrica hasta su llegada a Brasil. Analizamos también la instalación de parques eólicos en el territorio brasileño para mostrar que su implantación se viene dando de forma concentrada, en las regiones Nordeste y Sur, y especialmente en el semiárido nordestino. Finalmente, basándonos en los datos obtenidos en las visitas técnicas y en el trabajo de campo realizados en la región del semiárido de los estados de Bahia y de Rio Grande del Norte y en instituciones públicas y privadas relacionadas con la formación de mano de obra para uso y mantenimiento de equipamientos del sector eólico, mostramos cómo la nueva forma de organización y operación del macrosistema eléctrico brasileño elimina de los lugares de instalación de parques eólicos el control sobre la parcela técnica de producción de energía eléctrica.

Palabras clave: *Macrosistema técnico*, uso del territorio, energía eólica.

INTRODUÇÃO

O sistema elétrico brasileiro pode ser entendido como um macrosistema técnico. Os macrosistemas técnicos são grandes sistemas técnicos que têm como principal tarefa a viabilização do funcionamento de outros grandes sistemas técnicos (SANTOS, 2009, p.177; SANTOS e SILVEIRA, 2010, p. 101). É nesse sentido que entendemos ser o Sistema Elétrico Brasileiro um macrosistema técnico, pois ao produzir, transmitir e distribuir energia elétrica acaba por possibilitar o funcionamento de grandes sistemas técnicos, como os sistemas fabris, de transporte, de comunicação, que organiza nossas vidas no período atual.

O macrosistema elétrico brasileiro, como todo macrosistema técnico que tende a expansão, tem evoluído tendendo a diversificação de sua matriz geradora. Apesar da hegemonia da fonte hidráulica, o crescimento do macrosistema elétrico brasileiro vem se dando atualmente com base na ampliação do uso da fonte térmica e na inserção de novas fontes geradoras, como a fonte eólica.

A utilização da energia eólica para geração de energia elétrica remonta ao século XIX, mas foi apenas durante o século XX que houve grande incremento em pesquisa, que resultou em um consistente desenvolvimento da técnica de geração de energia (DUTRA, 2001, p.6). A revolução técnica pela qual passaram os parques eólicos, principalmente a partir da Segunda Guerra Mundial e durante os dois Choques do Petróleo, e a posterior difusão dessas inovações tecnológicas, permitiu que a implantação dos parques eólicos se mostrasse viável economicamente para os investidores do setor de energia. Esse processo se desenvolveu primeiro em alguns países da Europa e EUA, durante o fim dos anos 1980 e toda a década de 1990, e posteriormente no Brasil, a partir da década de 2000.

A expansão da energia eólica no Brasil está diretamente relacionada com a crise de escassez de energia elétrica no macrosistema elétrico nacional ocorrida em 2001. Esta crise ficou conhecida como “Apagão de 2001”, quando em decorrência da falta de investimentos na expansão do subsistema de geração e do subsistema de transmissão de energia elétrica, foi necessária a adoção de um racionamento de energia elétrica, que atingiu principalmente as regiões Sudeste e Centro-Oeste do país.

Contudo, a crescente implantação de parques eólicos no Brasil não pode ser explicada apenas através de elementos internos ao território nacional. Foi necessário que os equipamentos eólicos passassem por um intenso processo de desenvolvimento técnico com acréscimos de ciência e tecnologia promovidos primeiramente por nações como Dinamarca, Alemanha e EUA. Sem os avanços tecnológicos promovidos nos equipamentos a energia eólica não poderia figurar entre as soluções possíveis para a crise de suprimento de energia no Brasil. Outro fator que contribuiu para a expansão do uso da energia eólica para além dos territórios europeu e norte-americano foi a crise econômica mundial, que teve início em 2008 e fortemente, em um primeiro momento, os países do centro do sistema capitalista, levando empresas do setor de fabricação de equipamentos eólicos a redirecionarem seus investimentos para novos e promissores mercados consumidores, como o Brasil.

No Brasil a expansão da energia eólica vem se dando de forma concentrada nas regiões Sul e Nordeste. Esta última concentra a maior parte dos parques eólicos brasileiros em operação e em construção, além de deter o maior potencial eólico disponível para aproveitamento futuro. Embora a implantação de parques eólicos tenha se iniciado pelo litoral, é no interior semiárido que ela avança em número de parques e em potência instalada, dado que dispõe de enorme potencial eólico. Entre as principais características geográficas que explicam a chegada dos parques eólicos no semiárido nordestino estão: a existência de ventos constantes e velozes (elevado potencial eólico disponível), a complementariedade existente entre as fontes hídrica, ainda hegemônica no Brasil, e eólica, e o interesse do Estado brasileiro ampliar a geração de energia elétrica através da diversificação de suas fontes, primeiro através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e posteriormente através de linhas de financiamento junto ao BNDES.

Diante da crescente implantação de parques eólicos no Brasil e da importância que vem ganhando a fonte eólica para a matriz elétrica brasileira acreditamos ser importante revelar as transformações na forma e no conteúdo da produção de energia elétrica a partir da fonte eólica. Sendo assim, temos como objetivo principal deste artigo mostrar que diferentemente das demais usinas geradoras de energia elétrica em operação no Brasil, como hidrelétricas e termelétricas, onde o controle da parcela política da produção se concentra em Brasília (Operado Nacional do Sistema Elétrico), e o controle da parcela técnica, ou seja, a operação dos objetos técnicos fica a cargo dos lugares, na geração de energia elétrica a partir da fonte eólica temos como resultado outra situação geográfica (SILVEIRA, 1999, p.22). Na geração eólica o que se verifica é que, muito embora a produção de energia elétrica tenha como lócus o lugar, não é mais ele que controla a parcela técnica da produção, como acreditava Milton Santos (2008, p.143). Do ponto de vista geográfico a perda do controle da parcela técnica da produção que ainda cabia aos lugares, representa a completa alienação do território frente a sua inserção na globalização.

Esse artigo é um dos resultados da pesquisa desenvolvida no mestrado em Geografia que foi defendido no ano de 2014 na Unicamp. Nossa metodologia envolveu: i) levantamento bibliográfico e análise documental, especialmente de documentos oficiais nacionais e internacionais como relatório produzidos pela ANEEL e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), bem como de relatórios internacionais,

especialmente os produzidos pelo Conselho Global de Energia Eólica (Global Wind Energy Council - GWEC); ii) coleta de dados junto ao Banco de Informações de Geração da ANEEL e aos relatórios da GWEC; iii) realização de trabalhos de campo em parques eólicos localizados em municípios do semiárido potiguar e baiano, quando também foram realizadas entrevistas junto a funcionários de empresas que atuam na operação e manutenção de parques eólicos; e iv) realização de visitas técnicas e entrevistas junto a coordenadoria de Desenvolvimento Energético do estado do Rio Grande do Norte, a centros de pesquisa e formação de mão-de-obra para atuar na geração de energias renováveis, entre eles o Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER), o Instituto Federal de João Câmara, o Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia (CERNE), localizados no estado do Rio Grande do Norte; bem como ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), localizado em Brasília.

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO: UM MACROSSISTEMA TÉCNICO

De acordo com Santos (2009, p.177), diante da atual combinação entre técnica e ciência podemos falar da constituição de macrossistemas técnicos, grandes sistemas técnicos sem os quais outros sistemas técnicos não funcionariam. Os macrossistemas técnicos promovem grandes trabalhos e constituem o fundamento material das redes de poder (*networks of power*, HUGHES, 1983, p. 140; 2008, p. 101). Eles são centralmente controlados com precisão e rigidez e guardam consigo intencionalidades externas aos lugares onde são implantadas suas infraestruturas.

De acordo com Santos (2009, p. 302), diante da atual combinação entre técnica e ciência podemos falar da constituição de *macrossistemas técnicos*, que Thomas Hughes (1983, 2008) chamou de *Grandes Sistemas Técnicos*. Os *macrossistemas técnicos* ou *Grandes Sistemas Técnicos* são sistemas, sem os quais, outros sistemas técnicos seriam incapazes de operar. Cataia tendo como referências, Offner (1993), Santos (1996) e Gras (1997), definiu um *macrossistema técnico* como:

(...) um sistema técnico heterogêneo composto por estruturas físico-territoriais (i) materialmente integradas numa perspectiva de longa duração e pouco sensíveis às raízes socioculturais dos lugares e regiões (...) e (ii) é o suporte do funcionamento de um grande número de outros sistemas técnicos, daí dizer que ele é um intermediário e “grande comunicador.” (CATAIA, 2014, p. 4)

Segundo Thomas Hughes (1983, p.14; 2008, p. 103) os *Grandes Sistemas Técnicos* são formados pela interligação entre artefatos culturais, que Santos (2009) chamou de objetos técnicos, que interconectados e funcionando em sistema formam sistemas técnicos menores, subsistemas ou microssistemas (sistemas de geração, transmissão e distribuição) (HUGHES, 2008, p. 102). Estes subsistemas são compostos por outros subsistemas menores ainda (como equipamentos elétricos, fios, geradores e etc.) e são comandados centralmente sob a égide de uma lógica centralizadora.

De acordo com Thomas Hughes (1983, p. 18) os *Grandes Sistemas Técnicos* apresentam impulso ao seu próprio crescimento e desenvolvimento, incluindo por isso também centros de pesquisa, universidades e programas de pesquisa, que viabilizam seu desenvolvimento e crescimento, em especial, através da solução de *problemas críticos* (*reverse salients*). Além das instituições que viabilizam seu crescimento do ponto de vista técnico, os *Grandes Sistemas Técnicos* necessitam também de um aparato normativo, que Hughes

(1983, p.15) chamou de artefato normativo, essencial à organização da produção, distribuição e circulação de energia elétrica em seu interior.

Para além do aparato normativo que organiza e normatiza seu funcionamento, no caso de um macrossistema elétrico, como o brasileiro, participam dele ainda organizações ou empresas, que são responsáveis pela produção dos equipamentos para os seus subsistemas, pela construção das usinas, pela produção e posterior distribuição de energia elétrica aos consumidores, pela realização de os investimentos necessários para garantir seu funcionamento e por promover sua expansão.

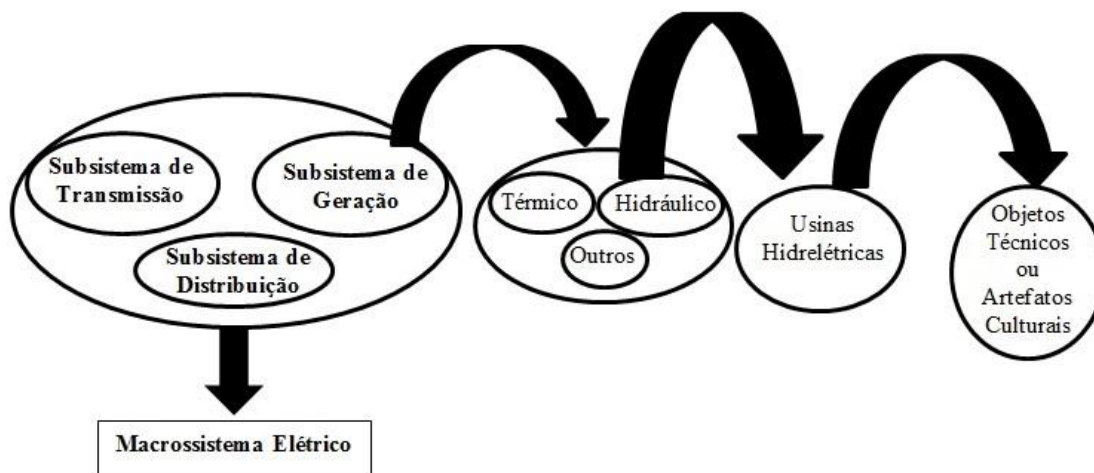


Figura 1: Organização do macrossistema elétrico segundo seus subsistemas. Elaboração própria. Fontes: HUGHES, 1983; 2008 e SANTOS, 2009.

Acreditamos ser o SIN (Sistema Interligado Nacional) somado ao conjunto dos subsistemas de geração e de distribuição, juntamente com o ONS (Operador Nacional do Sistema) um *macrossistema técnico*. Esse grande sistema elétrico é composto por diversas estruturas físico-territoriais. Entre elas estão as grandes usinas produtoras de energia e as redes de transmissão e distribuição de energia, que são responsáveis pela circulação da energia produzida. É através dessas redes que a energia produzida em um extremo do país pode ser consumida em outro.

O objetivo deste *Grande Sistema Técnico* (HUGHES, 1983, 2008) é atender a demanda por energia de outros sistemas técnicos, como os sistemas produtivos fabris, os sistemas de transporte e os sistemas de informação, se comportando como um “grande comunicador” entre os lugares de produção da energia e os lugares de consumo (CATAIA, 2014, p.4; SANTOS, 2009, p. 177). A expressão máxima dessa integração territorial é a malha de transmissão de energia, o SIN (Figura 2).

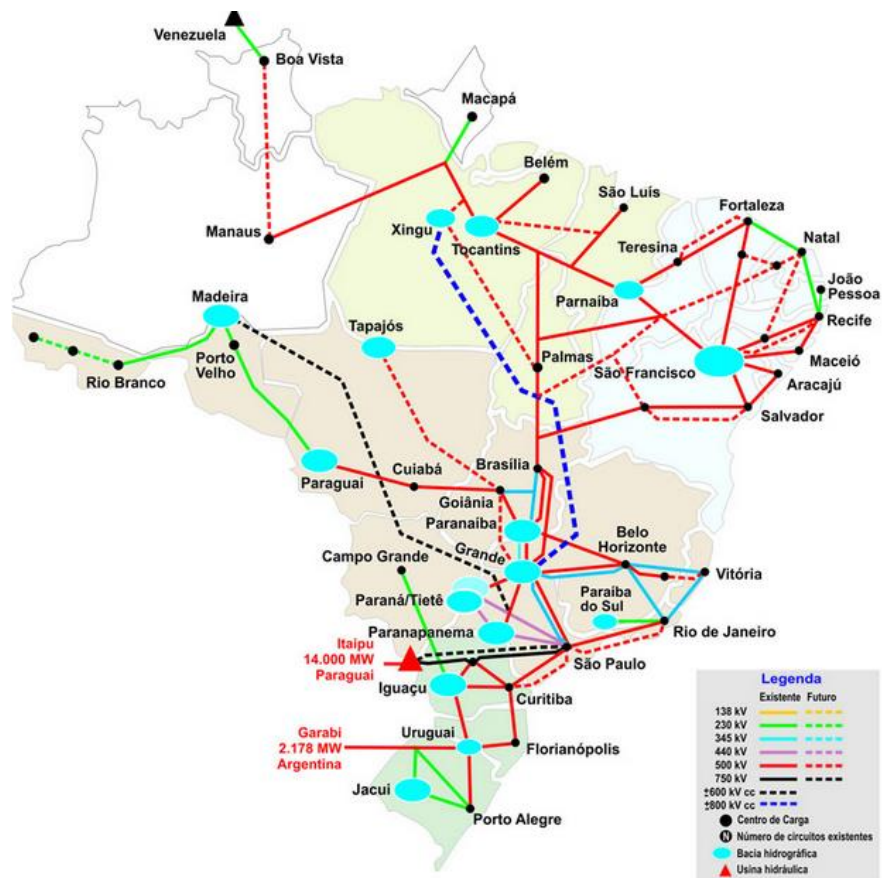


Figura 2: O Sistema Interligado Nacional. Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (Disponível em: <http://www.ons.org.br>).

Todo *Grande Sistema Técnico* (HUGHES, 1983; 2008) é estruturado e interconectado por uma rede. No caso do SIN, essa rede pode ser traduzida pelo subsistema de transmissão, grandes linhões de alta tensão¹, e pelas linhas de baixa tensão que compõem o subsistema de distribuição². Através do SIN enormes volumes de energia são transmitidos entre as mais diversas regiões brasileiras. O SIN abrange a maior parte do território brasileiro, cobre dois terços do território nacional e tem suas instalações distribuídas por toda a região Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte.

Trata-se de um complexo sistema de produção, transporte e distribuição de eletricidade que é responsável, atualmente, por 98% da oferta-demanda de eletricidade no Brasil, sendo composto por diversas fontes de geração de energia. Dentre estas fontes destaca-se a fonte hidráulica, que é responsável por 64% da oferta de energia no país (BRASIL, 2016).

Todo este complexo sistema, formado pelos mais diversos subsistemas, é controlado por um agente que centraliza as decisões e comanda o sistema sob a égide de uma lógica centralizadora, o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico). Ele é responsável pelo controle da produção de energia elétrica e pela gestão do sistema de transmissão em todo o território nacional³.

¹ Que apresentam linhas de tensão acima de 230Kv, que interligam os diversos subsistemas regionais brasileiros e garantem a integração territorial nacional.

² Que apresentam tensões abaixo de 230Kv

³ São atribuições do ONS: o planejamento e a programação da operação e despacho da geração de energia elétrica a curto e longo prazo; a supervisão e coordenação dos centros regionais de operação; a supervisão e o controle da operação dos sistemas nacionais

O ONS está organizado de forma hierarquizada, existindo um centro de comando nacional com sede em Brasília (DF); de onde partem decisões sobre qual usina do subsistema de geração deve produzir e quanto deve produzir. Existem ainda os subcentros regionais, que são responsáveis pela operação a nível regional e são responsáveis por estabelecer a comunicação entre o CONS (Centro Nacional de Operação do Sistema) e os agentes de geração, transmissão e distribuição. A Figura 3 mostra a distribuição dos subcentros regionais no território nacional.

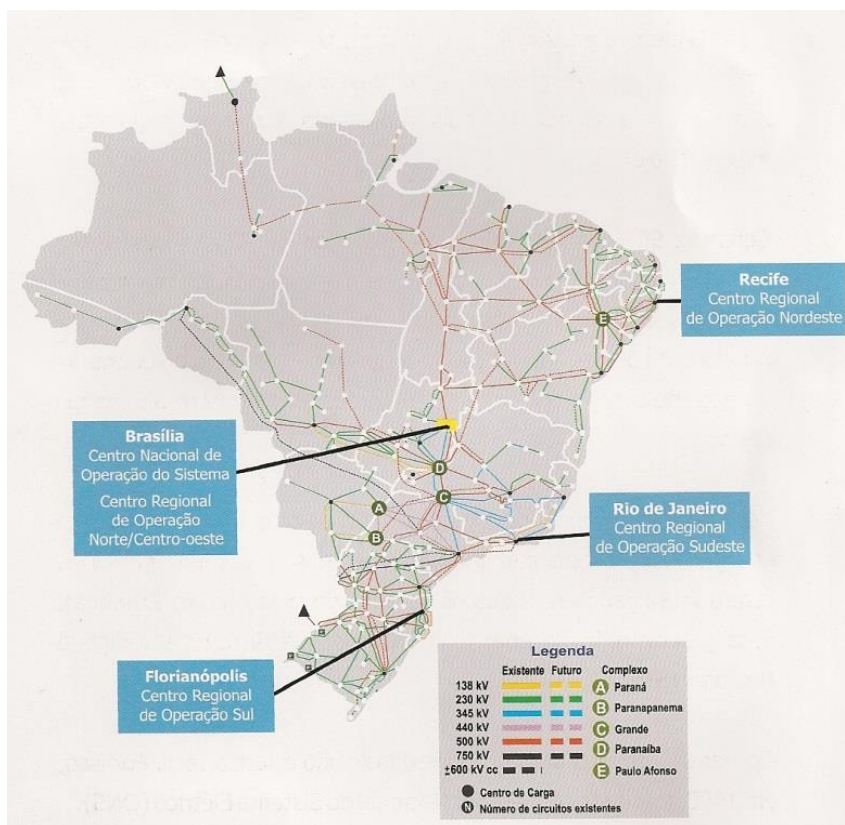


Figura 3: Distribuição dos centros regionais de operação do ONS. Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (Disponível em: http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx)

O CNOS-Brasília, chamado Centro Nacional de Operação do Sistema, está interligado aos centros regionais de operação, que são denominados Centros de Operação do Sistema Regionais (COSR) e a centros de outros países, como Paraguai e Venezuela. O CNOS é responsável pela operação nacional do macrossistema elétrico brasileiro e pela negociação de energia com os centros internacionais. Ele atua nas decisões que tem impacto nacional (90% das linhas de transmissão com tensão acima de 500 KV). Seu controle diminui quanto menor for a tensão das linhas de transmissão.

Os centros regionais de operação estão interligados ao centro nacional em Brasília (DF) e aos agentes de produção, transmissão, distribuição e consumo. Estes centros estão distribuídos por áreas geográficas de atuação e atuam autonomamente nas decisões de alcance e impacto regional (normalmente as decisões que se referem a linhas de transmissão com tensão abaixo de 500 KV e a cima de 230 KV). Os Centros de

e internacionais; a contratação e a administração dos serviços de transmissão; proposição de ampliações e reforços na rede básica do sistema e a definição de normas para o funcionamento da rede básica. Disponível em: http://www.ons.org.br/institucional_linguas/atribuicoes.aspx. Acesso em: 25.05.2013.

Operação Regional realizam a supervisão, a coordenação, o controle e a execução de toda a rede de operação do SIN. Toda e qualquer informação colhida pelos centros regionais é repassada em tempo real ao centro nacional e as ordens recebidas do centro nacional são repassadas aos demais agentes do sistema pelos centros regionais de operação (Figura 3).

São centros regionais: o COSR-NE, responsável pela gestão da produção e demanda por energia na região Nordeste do país, localizado em Recife (PE); o COSR-NCO, responsável pela gestão da produção e demanda de energia nas regiões Norte e Centro-Oeste do país, localizado em Brasília (DF), o COSR-SE, responsável pela gestão da produção e demanda de energia na região Sudeste do país, localizado no Rio de Janeiro (RJ); e o COSR-S, responsável pela gestão da produção e demanda por energia na região Sul do país, localizado em Florianópolis (SC).

O fluxo e a velocidade de informações que circula no ONS é tão grande que segundo o CNOS, anualmente, os centros de operação controlam mais de 49.000 intervenções (manutenções)/ano, recebem a cada 4 segundos mais de 40.000 sinais (informações), gravam diariamente mais de 10 milhões de registros, têm à disposição aproximadamente 760 Instruções de Operação e 1.040 documentos⁴. A Figura 4 mostra a organização do SIN a partir da centralização dos comandos pelo CONS Brasília (DF) e a direção dos fluxos de informação.

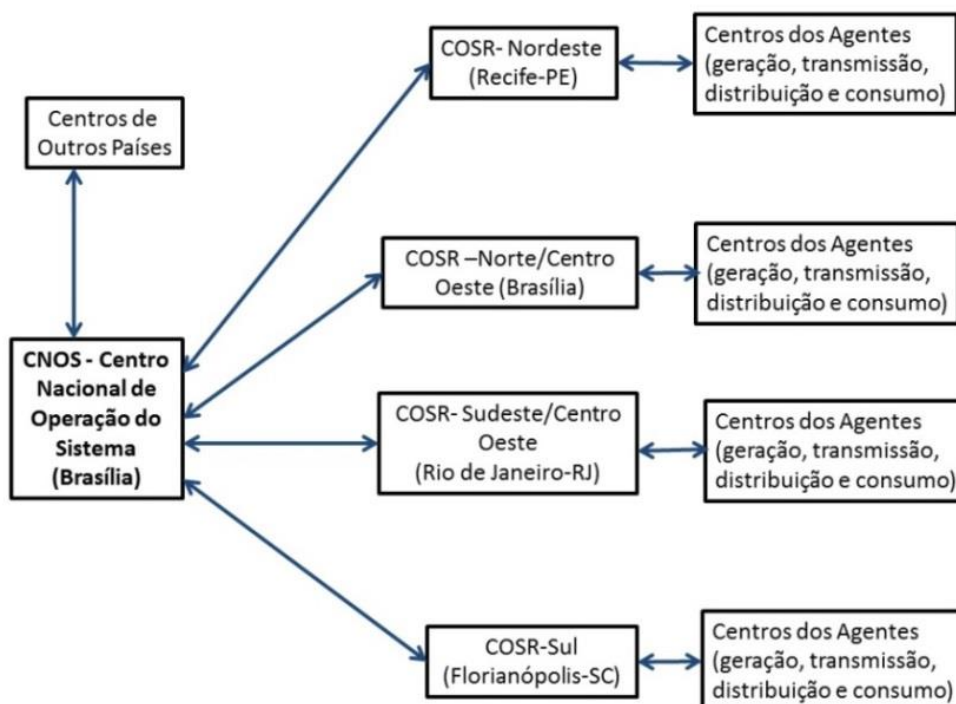


Figura 4: Organização e funcionamento do Operador Nacional do Sistema Elétrico no Brasil. Elaboração própria. Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico.

Acreditamos que o macrossistema elétrico brasileiro, estando organizado de forma hierárquica, com um centro nacional, que concentra todas as decisões e orchestra o funcionamento de todo o sistema, retira

⁴ Notas disponíveis na apresentação disponibilizada pelo ONS em visita técnica realizada em 27/11/2013. Disponível também em: <http://www4.planalto.gov.br/centrodeestudos/galeria-de-fotos/arquivos-importados/apresentacao-visita-cnos>. Acesso em: 21/02/2014.

dos lugares, onde estão instalados os agentes geradores de energia, o comando da parcela política da produção. O que estamos afirmando é que, embora uma usina hidrelétrica esteja instalada no estado de Rondônia, no município de Porto Velho (RO), não é a usina, nem o município de Porto Velho, nem o estado de Rondônia, quiçá o ONS da região Norte, quem decidirá sobre a produção de energia naquela usina, mas o ONS nacional, localizado em Brasília, onde é feito o planejamento nacional do sistema elétrico brasileiro. Contudo, a usina ainda é responsável pelo comando da parcela técnica da produção, que inclui todos os aspectos de controle e organização da produção de energia elétrica (TRALDI, 2014, p. 129).

A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA E INSERÇÃO DA FONTE EÓLICA

Apesar da hegemonia das fontes hidráulicas, verifica-se nas últimas décadas uma maior preocupação do Estado brasileiro em diversificar a matriz elétrica nacional, estabelecendo-se assim uma relação de complementaridade entre os diversos sistemas técnicos de geração de energia, entre eles o hidráulico, térmico, eólico, entre outros (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Composição da matriz elétrica brasileira, em 2000

Fontes	Participação (em %)
Hidráulica	83,4
Térmica	16,57
Eólica	0,03
Solar	não aparece

Fonte: SENANDO FEDERAL, 2002.

Nota: elaboração própria.

Tabela 2- Composição da matriz elétrica brasileira, em 2015

Fontes	Participação (em %)
Hidráulica	64,0
Térmica	32,5
Eólica	3,5
Solar	0,01

Fonte: ANEEL, 2016.

Nota: elaboração própria.

A busca pela diversificação da matriz elétrica brasileira tem resultado na ampliação da participação, especialmente, das fontes térmica e eólica. As Tabelas 1 e 2 mostram que o crescimento da participação da energia térmica é certamente muito mais expressivo na produção de energia elétrica que o da fonte eólica. Em 2015, a participação da fonte térmica chegou a 34,12%, enquanto que a participação da fonte eólica resumiu-se a módicos 3,5%.

Apesar de estatisticamente, a fonte eólica ter apresentado um crescimento expressivo de 2000 para 2015, em apenas quinze anos, cresceu em torno de 12.000%, e de a presidenta executiva da Abeeólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), Elbia Melo, afirmar que até 2020 a participação da fonte eólica na matriz elétrica brasileira deverá chegar a 12% (CAPOZOLI, 2012), ainda assim, a fonte continuará sendo

a terceira em participação na matriz elétrica nacional, perdendo em importância para as fontes hidráulica e térmica. Contudo, a mera análise dos números não revela as transformações espaciais que resultam do processo de expansão do uso da fonte eólica. É necessário levar em conta a transformação que a instalação dos parques eólicos, que se comportam como verdadeiras próteses do território (SANTOS, 2009, p. 236), implicam do ponto de vista geográfico.

Importante ressaltar que a inserção da fonte eólica no SIN não se dá apenas por uma decisão vertical do Estado brasileiro. Há uma disputa entre as fontes de energia em todo o mundo, que envolve governos, investidores e grandes empresas fabricantes de equipamentos elétricos, sendo assim diversos são os fatores que combinados levaram a tomada de decisão. Além da necessidade brasileira de diversificação de sua matriz elétrica competiu para esta decisão o interesse de grandes grupos fabricantes de equipamentos eólicos que planejavam a expansão de seu mercado consumidor (CAMILLO, 2013, p.66).

O processo de desenvolvimento e reprodução da técnica vem sendo liderado por grandes empresas dos países pioneiros no desenvolvimento da energia eólica, Estados Unidos, Alemanha e Dinamarca. Este processo teve início com no Pós-Segunda Guerra, em especial após o primeiro e o segundo choque do petróleo. Importante ressaltar que o crescimento da atividade de geração eólica está fortemente atrelado à fabricação de turbinas e componentes. Assim sendo, a expansão recente do uso da fonte eólica pelo mundo esteve fortemente ligada à instalação de plantas produtivas nos países de instalação dos parques eólicos (CAMILLO, 2013, p.154). Importante destacar que os custos com frete para transporte desses equipamentos é elevado, diante do tamanho e da fragilidade dos equipamentos. A proximidade do mercado consumidor com a indústria é por isso muito importante para a viabilidade da implantação dos parques.

Ao final da década de 1990 países europeus como Dinamarca, Espanha e Alemanha, importantes na geração de energia eólica, bem como na concepção e fabricação de equipamentos, já haviam aproveitado grande parte de seu potencial eólico disponível em terra (*onshore*). A Alemanha, por exemplo, no início dos anos 2000 praticamente não dispunha de localidades com potencial eólico *onshore* relevantes para a instalação de novos parques eólicos, pois as melhores regiões eólicas da Alemanha já apresentavam grande taxa de “ocupação eólica” (DUTRA, 2001, p.47), restando apenas regiões onde os ventos não apresentavam regimes suficientemente intensos e velozes para garantir ganhos econômicos aos investidores do ramo de energia eólica (CAMILLO, p.66, 2013; VEIGA, 2012, p.119).

Dentre os novos mercados para a tecnologia *onshore* destacam-se os mercados chinês e indiano, no continente asiático, que dispõem de elevado potencial eólico e de empresas nacionais que desenvolvem aerogeradores, e a América do Sul, onde se destaca o Brasil, que dispõe de elevado potencial eólico e ótimos regimes de ventos para a instalação de parques *onshore*, e que possui apenas uma empresa nacional na fabricação dos aerogeradores (Figura 5).

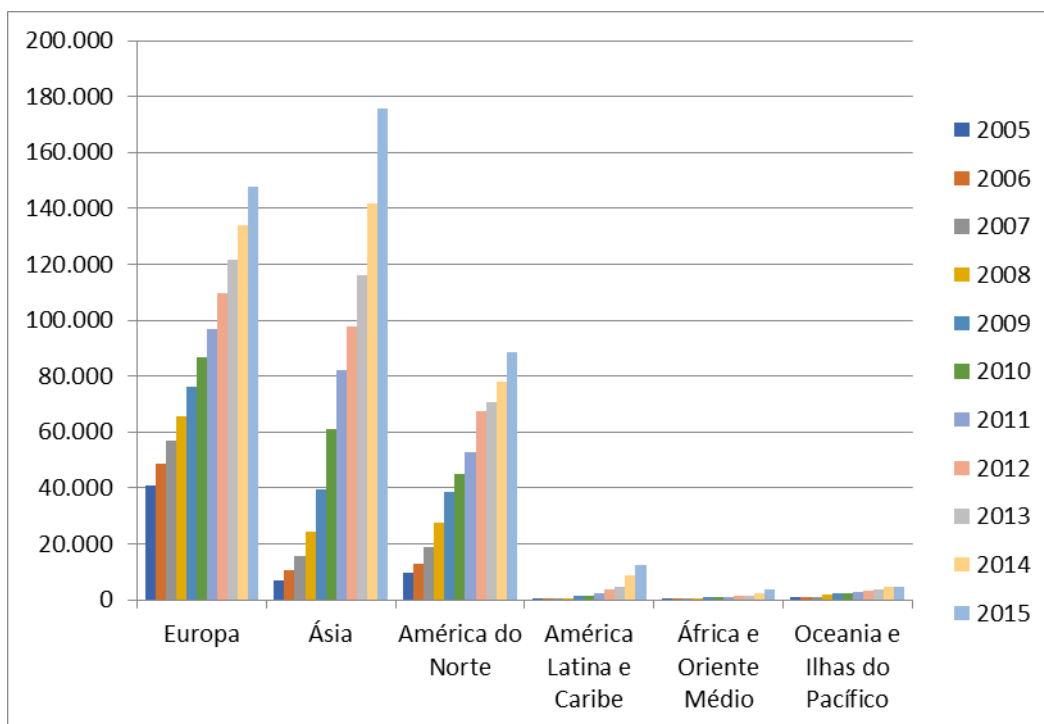


Figura 5: Evolução da capacidade instalada total em energia eólica nas regiões do mundo (em MW). Elaboração própria. Fonte: GWEC, 2006; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015 e 2016.

A expansão da energia eólica no Brasil contou também com a conjuntura de crise econômica instaurada em 2008 nos países líderes no desenvolvimento da energia eólica, que levou à diminuição da demanda interna por equipamentos eólicos fazendo com que esta indústria se voltasse para mercados emergentes como o Brasil (CAMILLO, 2013, p.99).

O MERCADO EÓLICO BRASILEIRO

De acordo com o estudo mais recente publicado em 2001, o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro do Cepel (Centro de Pesquisa de Energia Elétrica), o potencial brasileiro eólico brasileiro seria de 143 GW, sendo que deste total 75,05GW estariam concentrados na região Nordeste, concentração esta que pode ser constatada na Figura 6 (AMARANTE, BROWER, ZACK E SÁ, 2001, p.26).

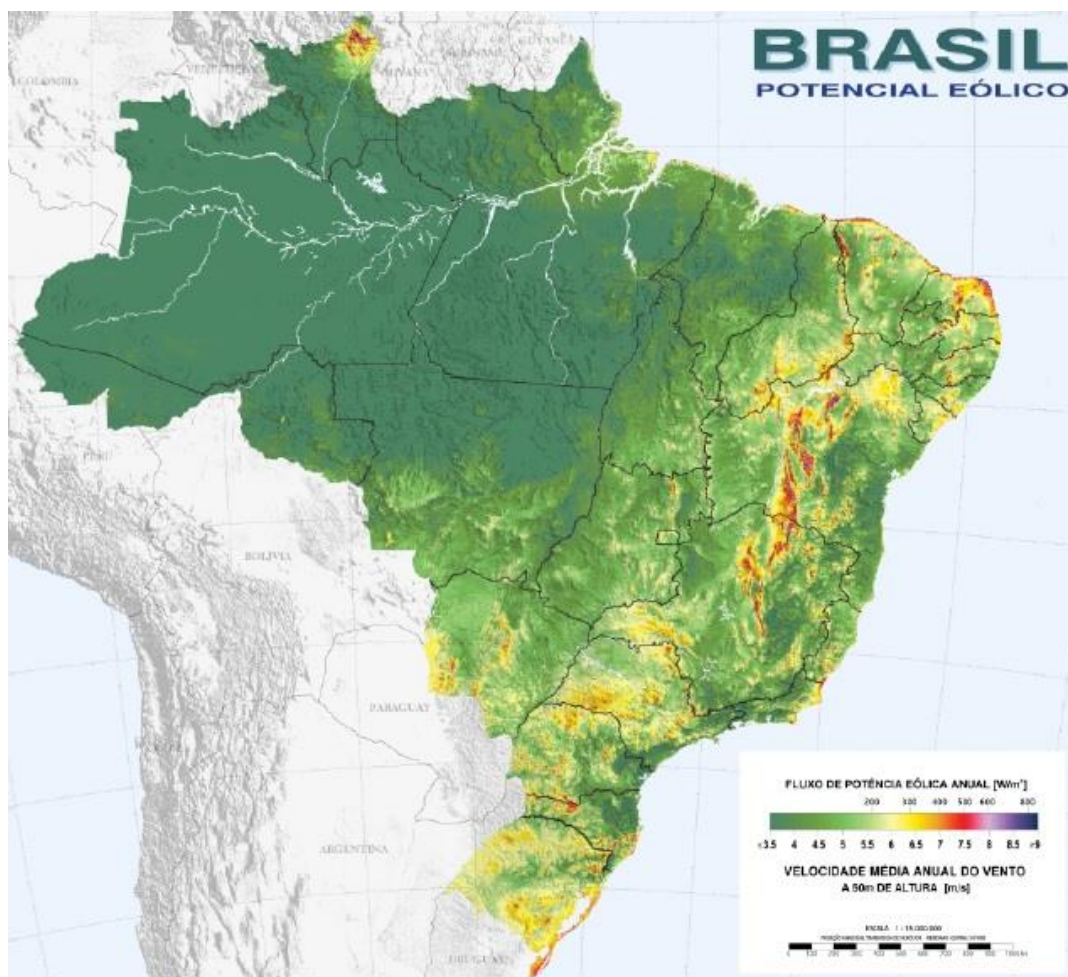


Figura 6: Mapa do potencial eólico brasileiro anual, elaborado em 2001. Fonte: AMARANTE, BROWER, ZACK, SÁ, 2001.

Contudo, este Atlas foi elaborado tendo em vista torres eólicas de no máximo 50 m de altura, que correspondia à altura máxima das torres existentes no mundo até 2001. Atualmente, as torres eólicas medem em média de 70 a 100 m de altura, algumas chegando a 200 m ou mais (PINTO, 2012). Por isso vem sendo elaborado um novo atlas pelo Cepel, que em estudos preliminares já revelou que o potencial eólico brasileiro estaria entre 240 e 300 GW e o nordestino entre 127 e 159 GW (Figura 7).

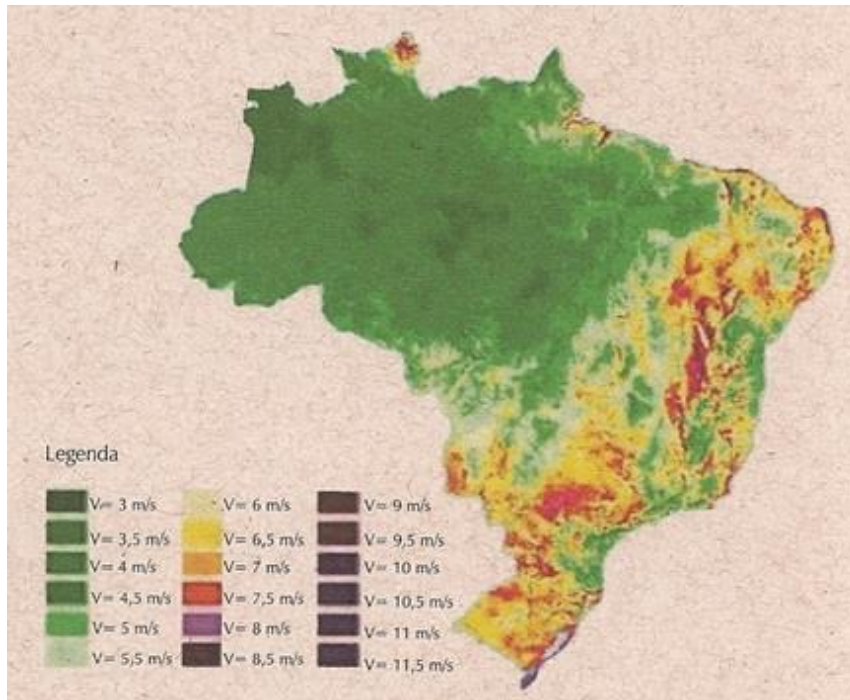


Figura 7: Mapa do potencial eólico brasileiro a 100 metros. Fonte: Veiga (2012 apud SOUZA, DUTRA & MELO, 2008, p. 106).

A recente conclusão de um estudo realizado pelo subprojeto Energias Renováveis do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-Clima) revelou que o potencial eólico brasileiro pode ser seis vezes maior que o divulgado pelo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001), podendo chegar a 800 GW (LOPES, 2016), ainda superior ao que vinha sendo estimado pelo Cepel.

Importante ressaltar que a implantação de parques eólicos no Brasil vem se dando com total e irrestrito apoio do governo federal. A Figura 8 mostra a evolução da capacidade instalada eólica brasileira, deixando claro que a expansão teve início entre os anos de 2004 e 2005, quando foi criado o PROINFA (Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia), o principal instrumento de incentivo do governo brasileiro ao investimento privado na geração de energia eólica á época. Através de chamadas públicas feitas pela Eletrobrás o programa selecionava projetos de produção de energia renovável (BERMANN, 2007, p. 95). Contudo, foi entre 2011 e 2012, que houve uma aceleração do processo de implantação de parques eólicos no Brasil, ou seja, pós-crise de 2008, quando o interesse do estado brasileiro em diversificar sua matriz elétrica somou-se aos interesses de grandes empresas do setor eólico na busca pela ampliação de seu mercado consumidor.

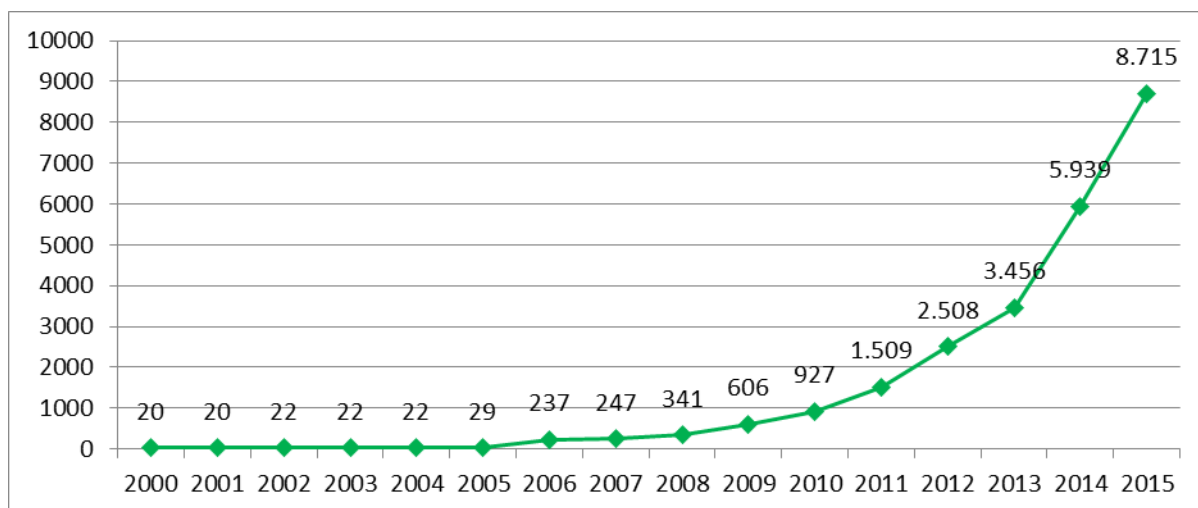


Figura 8:

Evolução da capacidade instalada total em energia eólica no Brasil, entre 2000-2015 (em MW). Elaboração própria. Fonte: ANEEL, s./d. e GWEC, 2006; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015 e 2016.

Atualmente, no Brasil, segundo a ANEEL, estão em operação 383 parques eólicos, somando um total de 9.329.230 KW de potência fiscalizada. A Tabela 3 mostra a concentração de parques eólicos e da potência fiscalizada nas regiões Nordeste e Sul do país.

Tabela 3 - Distribuição de parques eólicos em operação no Brasil por macrorregião, em 2015

Macrorregião	N. de Parques	Potência (KW)
Nordeste	297	7.502.255
Sul	83	1.798.767
Sudeste	3	28.208
Norte	0	0
Centro-Oeste	0	0
Total	383	9.329.230

Fonte: ANEEL, 2016.

Nota: elaboração própria.

O apoio do governo brasileiro a fonte eólica se dá, atualmente, principalmente através da promoção de leilões de energia que permitem a participação desta fonte e em alguns casos até com leilões voltados especificamente para a fonte eólica, além da disponibilização de linhas de créditos especiais para os investidores em energia eólica junto ao BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social), com condições muito favoráveis aos empresários do setor.

INSTALAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O LUGAR NÃO COMANDA NEM A PARCELA TÉCNICA DA PRODUÇÃO

O potencial eólico se configura enquanto uma virtualidade dos lugares, isso quer dizer que ele é uma possibilidade, o vento sempre existiu nos lugares onde vem sendo instalados os parques eólicos, mas seu

aproveitamento somente se concretiza a partir da aplicação da técnica desenvolvida pelo homem que transformou o vento em um recurso capaz de gerar energia elétrica.

Importante ressaltar que, no capitalismo, não basta que existam condições técnicas que sejam capazes de subverter o papel dos obstáculos naturais à produção, é necessário que exista a possibilidade do capital autovalorizar-se a partir de determinada produção. Por isso o que vai determinar a exploração da energia eólica não é apenas a evolução técnica pela qual passou seus equipamentos, mas o seu custo frente a uma situação dada. Para o capital trata-se de uma questão de oportunidade do investimento. Desse modo, será o preço de mercado do produto que irá determinar se sua exploração é viável economicamente ou não (MORAES e COSTA, 1987, p.125).

A utilização da energia eólica para geração de energia elétrica remonta ao século XIX, entretanto, foi durante o século XX que houve grande incremento em pesquisa, resultando em um consistente desenvolvimento da técnica, que viabilizou seu uso comercial (DUTRA, 2001, p.8). Contudo, o grau de evolução da técnica e seu custo não permitiam que sua utilização se generalizasse pelo mundo até 1980. Os primeiros parques eólicos para comercialização de energia passaram a operar nos EUA e na Europa, a partir da década de 1980 e para isso contaram com políticas governamentais de incentivo a esta fonte. Políticas de incentivo, tecnológico e de financiamento, aliadas às possibilidades técnicas do período levaram à efetivação dessa possibilidade.

Entre os principais avanços técnicos promovidos nos equipamentos podemos citar: o desenvolvimento, em 1980, de um novo controle de velocidade, o controle passo ou *pinch*, que faz com que as pás girem em torno de si mesmas, reduzindo a incidência de vento nas próprias pás, o que resulta em um aumento da potência final disponibilizada. As turbinas deixaram de girar em apenas uma ou duas velocidades angulares e passaram a operar em várias velocidades, o que permitiu a operação contínua da turbina. A conexão do rotor ao gerador também sofreu inovações, cujo benefício é a possibilidade de se utilizar geradores múltiplos com velocidades menores, mas de dimensões maiores, o que elevou a produção de energia (PINTO, 2012, p.106).

Outro importante campo de avanço técnico diz respeito ao aumento do tamanho do rotor que exigiu o aumento do tamanho da torre, possibilitando o acesso a ventos melhores (mais estáveis e velozes), resultando no aumento do potencial individual de cada máquina e na produção de mais energia com mais qualidade. A altura das torres hoje pode variar entre 15 e 205 metros⁵ (PINTO, 2012, p.117). A escolha da altura da torre depende do regime de ventos de cada localidade.

Estes avanços permitem importantes economias de escala, primeiro por que o custo de muitos dos componentes, como os sistemas de controle, não varia proporcionalmente ao tamanho da turbina. E depois por que todas as etapas de construção da infraestrutura do parque, como abertura de vias de acesso, as fundações, o cabeamento para conexão à rede elétrica não tem qualquer relação com o tamanho do

⁵ Modelo Fuhrlander FL 2500/90, com potência nominal de 2500 KW e diâmetro do rotor de 90 metros.

equipamento, resultando em uma redução dos custos com infraestrutura por MW instalado (CAMILLO, 2013, p.40).

Todo este desenvolvimento científico e tecnológico resultou em novas formas de geração de energia elétrica. Tais foram os avanços na técnica de produção combinados com os avanços em outras áreas como os da telemática, que resultaram da “revolução informacional” (LOJKINE, 1995, p.48), que a produção de energia eólica se autonomizou frente aos lugares. No caso brasileiro, em que o sistema elétrico está organizado enquanto um *macrossistema técnico* o resultado foi uma nova forma de organizar a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no território brasileiro que conformou uma situação geográfica bastante particular.

Milton Santos (2008, p. 141) ao falar da dialética do território diz que ela se afirma mediante um controle “local” da parcela técnica da produção e um controle remoto da parcela política da produção. Nesse sentido a parcela técnica permitiria que os lugares tivessem certo controle sobre a porção do território que os rodeia. No caso da produção de energia hidráulica e térmica essa forma de organização da produção se confirma. A produção de energia hidráulica é controlada localmente do ponto de vista técnico, ainda que as ordens relativas às quantidades de energia a se produzir sejam externas (ONS- Brasília), o controle técnico dos equipamentos e, em especial, sua operação é feita localmente, como ligar e desligar turbinas, aumentar ou diminuir a produção, liberar maiores ou menores quantidades de água dos lagos para regularizar a vazão, entre outros comandos operacionais.

Contudo, a geração de energia elétrica através de parques eólicos no Brasil tem mostrado que essa premissa não se aplica à eólica. Embora a produção de energia eólica tenha como esteja situada em municípios do semiárido brasileiro, não são mais os lugares que controlam a parcela técnica da produção. Isso por que um parque eólico pode ser operado remotamente através de qualquer equipamento que disponha de acesso à internet, seja um computador ou um aparelho celular. Isso quer dizer que um parque eólico localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte pode ser operado de qualquer lugar do mundo configurando uma situação geográfica nova que somente pôde se efetivar no período atual em decorrência dos avanços tecnológicos empreendidos nos equipamentos eólicos em associação com os avanços tecnológicos resultantes da “revolução informacional” (LOJKINE, 1995, p. 48) que combinou o desenvolvimento de novas tecnologias de informação, entre elas o desenvolvimento da internet e uma infinidade de softwares, e novas formas automatizadas de organização e controle do trabalho (HARVEY, 1993, p. 177).

Em trabalho de campo realizado nos parques eólicos Cabeçu Preto I e IV, localizados na zona rural do município de João Câmara (RN) pudemos verificar que, ao contrário de outros sistemas de produção de energia elétrica, os parques eólicos podem ser operados remotamente. De acordo com o técnico responsável pelos parques eólicos, o espanhol Juan Castro, único funcionário que trabalha diariamente em ambos os parques, ele não está autorizado a executar nenhuma tarefa de operação do sistema ou dos equipamentos. Isso por que, os parques são controlados, programados e reprogramados remotamente. O monitoramento é realizado minuto a minuto, torre a torre, em tempo real pela sede da empresa proprietária do parque, a

Gestamp. Somente quem pode subir nas torres, operar, reprogramar o sistema ou trocar peças são os técnicos da empresa fabricante dos aerogeradores, que prestam serviço de manutenção nos parques, que o fazem apenas em caso de problemas técnicos ou defeito nos equipamentos.

Normalmente, quando os parques estão operando em perfeitas condições as informações, sobre as velocidades dos ventos, a produção de energia por torre, angulação das pás, temperatura do gerador, vibração dos equipamentos, entre outras variáveis, são enviadas em tempo real para a empresa fabricante dos equipamentos, neste caso a dinamarquesa Vestas, e posteriormente para a sede da Gestamp, localizada em Madri, na Espanha. O próprio sistema é capaz de enviar, aos operadores remotos, mensagens de pane e defeito nas peças que compõem o sistema, indicando a necessidade ou não de visita da equipe de manutenção. Curiosamente, o funcionário do parque não recebe as mensagens de pane e problemas técnicos, inclusive seu sistema de monitoramento é uma versão simplificada do sistema usado pelos funcionários da Vestas (fabricante do equipamento).

O sistema é tão preciso que além de identificar os problemas, ainda é capaz de acionar um modo de segurança que desliga o aerogerador em caso de perigo de colapso, sem que haja necessidade que um funcionário se dirija até a torre e desligue a máquina. De acordo com o chefe de uma das equipes de manutenção da Vestas, o português Jorge Fernandes, quando um aerogerador para de funcionar em decorrência de defeito, ou tem seu sistema de freios acionado devido a velocidades muito altas dos ventos (o que pode danificar o equipamento) ou em decorrência de qualquer outro problema técnico, a empresa fabricante do aerogerador e também a sede da Gestamp, em Madri, recebem comunicados automáticos, através de mensagens de texto, via celular, identificando o problema, indicando a torre exata que parou de funcionar, a área dentro do sistema interno da torre que apresentou o defeito e a peça que precisa ser reparada ou trocada. Caso a sede da Gestamp ou a empresa responsável pela manutenção acredite que não há necessidade de manter os equipamentos desligados, os aerogeradores podem ser reprogramados e religados sem que haja necessidade de uma visita da equipe de manutenção ao parque.

Com as informações enviadas em tempo real, que indicam as velocidades do vento, vibração e angulação das pás, entre outras informações, os funcionários da Vestas ou da Gestamp podem também reprogramar o sistema garantindo assim a otimização da produção de energia, diante das mudanças de velocidade momentâneas do vento.

Além da perda do controle da parcela técnica da produção, os lugares onde vem sendo instalados parques eólicos no Brasil provavelmente não serão o principal destino da energia por eles produzida. De acordo com José Mário Gurgel de Oliveira Júnior, Coordenador de Desenvolvimento Energético do estado do Rio Grande do Norte, segundo estimativas do próprio governo do estado, o Rio Grande do Norte não consumirá mais que 5% da energia gerada pelos parques eólicos instalados no estado. Ele acredita que a maior parte da produção de energia será exportada para outros estados brasileiros, já que após as privatizações ocorridas no setor elétrico brasileiro na década de 1990 e sua consequente reorganização,

qualquer distribuidora de energia do Brasil integrante do SIN pode comprar a energia produzida pelos parques eólicos potiguares.

Há assim o redesenho do que Santos e Silveira (2010, p. 22; 368) chamaram de regiões do mandar e regiões do fazer. Os comandos e também a operação dos parques podem ser agora externos ao lugar, levando o lugar a assumir uma passividade frente ao processo de produção de energia elétrica. Os lugares passam a ser meras plataformas fornecedoras de ventos, uma virtualidade, que somente se torna materialidade a partir da instalação dos parques eólicos. No entanto, o uso do território dado pelos agentes de produção da energia é um uso a cada dia mais corporativo, que em nada se relaciona com o lugar e com a vida de relações ali existente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de novas fontes de energia vem se dando como resultado de avanços científicos e tecnológicos empreendidos para garantir o melhor funcionamento possível ao menor custo e com o maior lucro possível. A partir da implantação dos parques eólicos podemos identificar uma reconfiguração do território e do papel desempenhado por ele. Se o território se apresentava antes como abrigo, àqueles que o usavam para sua própria sobrevivência, agora vemos um novo uso, um uso mais corporativo do território, que o resume a um recurso a ser utilizado na busca incessante pelo lucro. Nesse sentido vemos uma reconfiguração do que Santos e Silveira (2010) chamaram de regiões do mandar e regiões do fazer. No caso dos parques eólicos visitados no interior semiárido do estado do Rio Grande do Norte o que constatamos foi que o comando das ações não é produzido no lugar e nem pelo lugar.

Quanto à quantidade da energia produzida minuto a minuto o comando vem do ONS que é responsável por controlar oferta e demanda de energia elétrica no território nacional. Já quanto aos procedimentos técnicos e ao desempenho dos parques, os comandos vêm da matriz da empresa Gestamp que é proprietária dos parques, localizada em Madri, na Espanha. Sede esta que recebe os dados de funcionamento e é inclusive capaz de operar o parque remotamente. Estes comandos podem vir ainda da empresa dinamarquesa Vestas, fabricante dos aerogeradores e responsável pelos serviços de manutenção dos parques.

Se antes cabia ao território uma importante participação no processo de produção de energia que dava ao lugar um papel coadjuvante na produção de energia elétrica, já que detinha ao menos o controle da parcela técnica da produção. Com a instalação de parques eólicos o que se vê é a quebra do paradigma produtivo existente, o território passa a ser usado de uma forma ainda mais corporativa e o lugar acaba por assumir papel passivo na produção de energia elétrica.

Os lugares onde vêm sendo instalados parques eólicos, passam a ser nós que se conectam em rede com outros nós espalhados pelo território nacional, aqui estamos nos referindo à atual organização do macrossistema elétrico brasileiro; e com nós espalhados pelo mundo, aqui estamos nos referindo à relação

estabelecida entre os parques eólicos construídos no Brasil e suas empresas proprietárias que em sua maioria são de origem estrangeira, dando origem a um território reticulado (SANTOS, 2009).

Nesse sentido, novos usos são impostos aos lugares, através de vetores externos que trazem consigo racionalidades alienígenas e novas formas de organização dos lugares. As relações de contiguidade, antes predominantes em boa parte do semiárido nordestino, passam a ser substituídas pelas relações hierarquicamente organizadas e o comando que gesta o funcionamento do território passa a ser externo a ele.

O uso do território passa a ser um uso mais corporativo, comandado pela lógica e pela racionalidade de grandes empresas. A valorização do espaço passa a ser cada vez mais seletiva e circunscrita a manchas e pontos do território onde os parques eólicos vem sendo instalados. O território passa a ser organizado segundo uma racionalidade externa e extravertida guiada por dois grandes objetivos, satisfazer a necessidade de aumento da oferta de energia no macrossistema elétrico nacional, contribuindo para garantir o funcionamento de outros tantos *macrossistemas técnicos* em outros lugares do país; e satisfazer a necessidade das empresas que atuam na produção de energia eólica e de equipamentos eólicos, que ao expandir seus mercados consumidores buscam a maximização de seus lucros.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, Odilon A. Camargo do; BROWER, Michael; ZACK, John; SÁ, Antonio Leite de. *Atlas do potencial eólico brasileiro*. Brasília: Ministério de Minas e Energia Eletrobrás, 2001. p. 45.
- ANEEL. *Atlas energia eólica*. S./d. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf). Acesso em: fev. de 2013.
- BERMANN, Célio. *As novas energias no Brasil: dilemas de inclusão social e programas de Governo*. Rio de Janeiro: FASE, 2007. p. 176.
- BLANCO, María Isabel. *The economics of Wind energy*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 13, 2009, p. 1372–1382.
- BRASIL. *Balanço Energético Nacional 2016: Ano base 2015*. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf. Acesso em: 20/10/2016.
- CAMILLO, Edilaine Venâncio. *As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais*. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências, 2013. p. 192
- CAPAZOLI, Rosângela. Em 8 anos, eólica deve ter 12% de participação. *Jornal Valor Econômico*. 30/10/2012. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/2885080/em-8-anos-eolica-deve-ter-12-de-participacao>. Acesso em: 15 de ago. de 2015.
- CATAIA, Marcio. *Território Nacional e Fronteiras Internas. A Fragmentação do Território Brasileiro*. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, 2001. p.163.
- CATAIA, Márcio. *Território e macrossistema elétrico nacional. Concentração do consumo e dispersão da produção hidrelétrica*. In: *Anais do X Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia*, 2013, p. 2929-2939.
- DUTRA, Ricardo Marques. *Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado do Instituto Alberto Luiz Coimbra da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. p. 259.

- GONÇALVES, Dorival Junior. *Reformas na Indústria Elétrica Brasileira: a disputa pelas “Fontes” e o controle dos excedentes*. (Tese de Doutorado). Universidades de São Paulo. Pós-Graduação em Energia, 2007. p. 416.
- GRAS, Alain. *Les macro-système techniques*. Paris: PUF, 1997. p. 127.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2006. Disponível em: http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/gwec-2006_final_01.pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2007. Disponível em: http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/gwec-08-update_FINAL.pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2009. Disponível em: http://gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/GWEC_Global_Wind_2009_Report_LOWRES_15th.-Apr..pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2010. Disponível em: http://gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/GWEC_annual_market_update_2010__2nd_edition_April_2011.pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2011. Disponível em: http://gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2012. Disponível em: http://www.gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2013. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2013/>. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2014. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2014-annual-market-update/>. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2015. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2015-annual-market-update/>. Acesso em: 09/2016.
- GWEC. Global Wind Report: annual market update. Global Wind Energy Council, 2016. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2016/>. Acesso em: 09/2016.
- GWEC, Global Wind Statistics 2013. 2014. Disponível em: http://www.gwec.net/wpcontent/uploads/2014/02/GWEC-PRstats-2013_EN.pdf. Acesso em: 09/2016.
- HARVEY, David. *A condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. São Paulo, SP: Loyola, 1993. p. 348.
- HUGHES, Thomas P.. *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983. p. 474.
- HUGHES, Thomas P.. *La evolución the los grandes sistemas tecnológicos*. In: THOMAS, Hermán; BUCH, Afonso (org.). *Actos, actores y arctefactos: sociología de la tecnología*. 1ªed. Bernal: Universidad Nacional de Quilme, 2008. p. 101-145.
- IRENA, *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, IRENA Working Paper Volume 1: Power Sector, Issue 5/5*, International Renewable Energy Agency, 2012.
- JUNFENG, L.; PENGFEI, S.; HU, G. *China wind power outlook 2010*. **Bruxelas**: Global Wind Energy Council, 2010.
- LEMA, R., BERGER, A., SCHMITZ, H., SONG, H. *Competition and Cooperation between Europe and China in the Wind Power Sector*, IDS Working Paper 377, Volume 2011, Institute of Development Studies, Brighton, UK, October 2011. p. 1-45.
- LOJKINE, Jean. *A revolução informacional*. São Paulo, SP: Cortez, 1995. p. 316.
- LOPES, Noêmia. Potencial eólico em terra do Brasil pode ser seis vezes maior do que o estimado. *Revista Fapesp*. Edição 03/10/2016. Disponível em:

http://agencia.fapesp.br/potencial_eolico_em_terra_do_brasil_pode_ser_seis_vezes_maior_do_que_o_estimado/24053/. Acesso em: 6/10/2016.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de CUNHA, Sieglinde Kindl da. *Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil*. Rio de Janeiro: EBAPE.BR. 2012, p. 630-651.

PINTO, Milton de Oliveira. *Fundamentos de Energia Eólica*. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PRAÇA, Júlio Cesar Guimarães, FURST, Roberto Drumond. *A evolução do modelo da transmissão no setor elétrico brasileiro*. In: GOMES, R. (Org.). *A gestão do sistema de transmissão do Brasil*. Rio de Janeiro: FGV, 2012.

RAMALHO, Mário Lamas. *Território e Macrossistema Elétrico Nacional. As relações entre privatização, planejamento e corporativismo*. São Paulo: Dissertação de Mestrado da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2006. p. 183.

SANTOS, Milton. *Da totalidade ao lugar*. São Paulo: Edusp, 2008. p. 170.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Edusp, 2009. p. 384.

SANTOS, M; SILVEIRA, M. L. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. Rio de Janeiro: Record, 2010. p. 375.

SILVA, Bruno Gonçalves da. *Evolução do Setor Elétrico Brasileiro no contexto econômico nacional: uma análise histórica e econométrica de longo prazo*. São Paulo: Dissertação de Mestrado do Instituto de Eletrotécnica da Universidade de São Paulo, 2011. p. 162.

SILVEIRA, María Laura. Uma situação geográfica: do método à metodologia. *Território*. Rio de Janeiro, n. 6. jan/jun, 1999. p. 23-28.

SIMAS, Moana Silva. *Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada*. (Dissertação de Mestrado). Universidades de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2012. p. 220.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. Rio do Janeiro: Synergi, 2011. p.310.

TRALDI, Mariana. *Novos usos do território no semiárido nordestino: implantação de parques eólicos e valorização seletiva nos municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN)*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências, 2014. p. 232.

VEIGA, José Eli da (Org.). *Energia Eólica*. São Paulo: Senac, 2012. p. 213.