



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

INSERÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NA MATRIZ ENERGÉTICA DO CEARÁ

Francisca Dayane Carneiro de Melo, dayane.fcm@gmail.com¹
Danielle Kely Saraiva de Lima, danielle.kely@gmail.com²
José Artur Guimarães Neto, artur.arturneto@gmail.com¹
Camylla Maria Narciso de Melo, camyllammelo@gmail.com²
Alexandre Araújo Costa, alexandrearaujoc@gmail.com¹

¹ Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana 1700, Campus do Itaperi - Fortaleza/CE.

² Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus do Pici

Resumo: *É inegável que as energias alternativas vêm assumindo um papel crescente no cenário mundial devido ao forte cunho sócio ambiental que estas asseguram. No Brasil, especificamente no Ceará, esta realidade é crescente. O Estado dispõe de uma capacidade própria de geração instalada de 1.066,034 MW, distribuída em 15 usinas eólicas num total de 448,134 MW, 1 Pequena Central Hidrelétrica - PCH (4,0 MW) e 11 Usinas Termelétricas de Energia - UTE (613,9 MW). Nesta configuração, o Ceará retomou a liderança nacional na capacidade de geração de energia elétrica a partir dos ventos o que com a futura operação de mais 2 usinas eólicas previstas pelo Programa de Incentivos as Fontes Alternativas - PROINFA, aumentará consideravelmente a participação de fonte eólica na sua matriz energética. A capacidade de geração eólica instalada será 5 vezes maior que a de 2009, com um acréscimo de 1598 GWh/ano em 2010, através da instalação de 27 empreendimentos outorgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Destes, 25 são de geração limpa e renovável, aproveitando o potencial eólico e solar do Estado, sendo responsáveis por 99,5% da potência prevista, contra os atuais 84,93% empreendimentos em operação do tipo UTE. Desta forma, e ainda com a inclusão de novos projetos de geração limpa de energia elétrica, o estado do Ceará poderá passar, nos próximos anos, de uma condição de demandador de energia elétrica para a condição de auto-suficiência. O primeiro leilão de energia exclusivo para fonte eólica fomenta a inclusão de novos empreendimentos no Ceará. O Governo local como resposta as necessidades crescentes do setor eólico criou recentemente a Câmara do Setor Eólico - CSEólica, como forma de contribuição na consolidação da cadeia produtiva do setor no Estado. Entretanto é válido considerar que a nova ordem de zoneamento ambiental atualmente em discussão pelo poder público no âmbito estadual poderá mudar o perfil de áreas passíveis de exploração do potencial eólico e uma avaliação do quanto isso limitará a inclusão dessa fonte na matriz energética Estadual é necessário.*

Palavras: *Energia Eólica; Matriz Energética; Ceará*

1. INTRODUÇÃO

É inegável que as energias alternativas vêm assumindo um papel crescente no cenário mundial devido ao forte cunho sócio ambiental que estas asseguram. No Brasil, especificamente no Ceará, esta realidade é crescente.

Especialistas do setor energético avaliam que a região Nordeste, privilegiada e repleta de incentivos para atrair novos empreendimentos de geração, tem potencial para se tornar nos próximos anos o novo polo energético do país, e o Ceará tem forte representação neste cenário. A região tenderá a se tornar exportadora de energia, com chances de deixar para trás situações de baixos níveis de armazenamento ganhando cada vez mais espaço no cenário energético nacional, na medida em que reúnem uma série de condições favoráveis às fontes renováveis de energia, abundantes na região.

A energia eólica é a fonte que atualmente mais impulsiona a Região Nordeste para se caracterizar como exportador de energia elétrica. Energia que servirá ao sistema nacional interligado de forma complementar a hidroeletricidade, onde os períodos de seca não coincidem com os de escassez de ventos e vice-versa.

2. CEARÁ

O Ceará é conhecido como um dos maiores estados com capacidade de gerar energia eólica. Segundo o Atlas do Potencial Eólico (Amarante, 2001) desenvolvido pelo governo estadual junto com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, o potencial *offshore* e *onshore* do Estado chega a 35 mil MW, considerando-se aerogeradores com 60 metros a 70 metros de altura.

No caso específico do Estado do Ceará, os ventos alísios são provenientes de uma extensa área oceânica, livre de obstáculos - o que lhes confere notável intensidade, constância e baixa turbulência. Adicionalmente, os gradientes térmicos terra-oceano induzem brisas marinhas que contribuem para aumentar a sua intensidade (Amarante, 2001).

Os números apresentados referem-se ao potencial bruto estimado em 2001, aplicando-se os ventos mapeados às máquinas com a tecnologia da época. Atualmente os aerogeradores possuem potências unitárias cerca de 4 vezes maiores que as consideradas na concepção do Atlas do Potencial Eólico e as estruturas que os sustentam praticamente dobraram de tamanho, permitindo um melhor aproveitamento do vento e otimização de projetos de parques eólicos. Com as tecnologias atuais de geração, poderíamos considerar um potencial de 150.000 MW, apenas no Nordeste. (Amarante, 2001)

A Secretaria da Infraestrutura do Ceará – SEINFRA vislumbrando rever a estimativa do potencial eólico do Ceará considerando essas premissas, está realizando processo licitatório para a confecção de novo Atlas Eólica para o Estado. Segundo Renato Rolim, coordenador de Energia e Comunicação da Secretaria da Infraestrutura o potencial à referência de torres eólicas de 100 metros de altura poderia até dobrar a capacidade até então estimada para o Estado.

2.1. Capacidade de Geração

Com localização geográfica privilegiada, 2º ao sul do equador, que lhe favorece os condicionantes para um ótimo potencial eólico e solar, o Ceará retomou a liderança nacional na capacidade de geração de energia elétrica a partir dos ventos. Com quinze usinas em operação e mais duas previstas pelo PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (EPE, 2010), o Estado aumentará consideravelmente a participação de fonte eólica na sua matriz, conforme é mostrado nas projeções realizadas no Balanço Energético Estadual (BEECE, 2008), na Fig. (01).

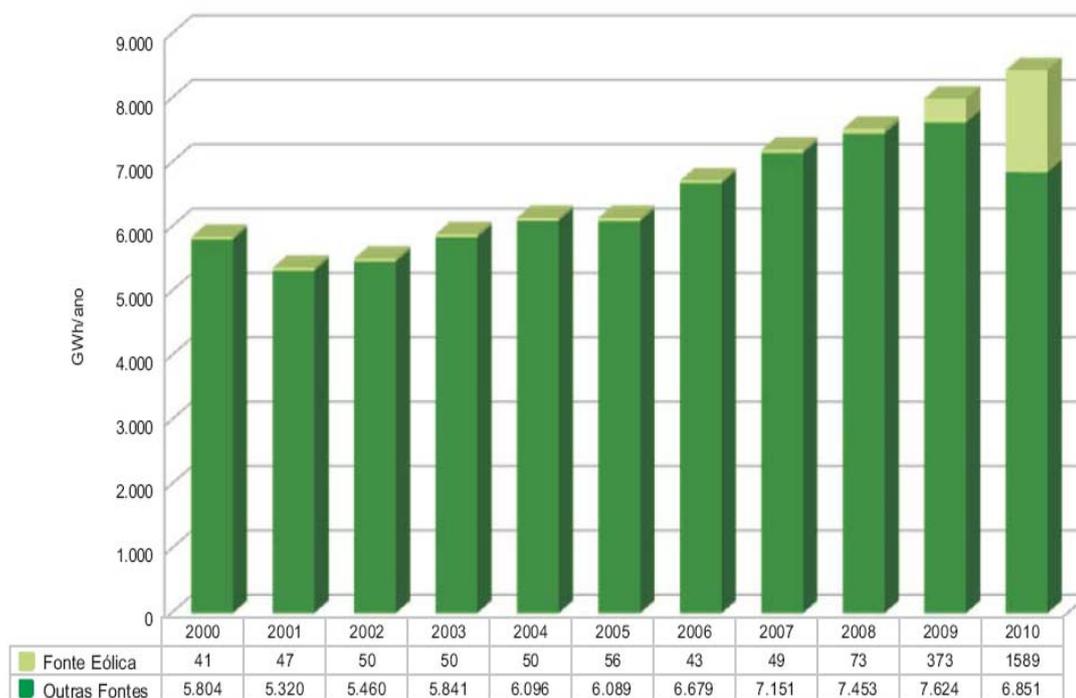


Figura 1. Evolução da Taxa de Crescimento do Mercado de Energia Elétrica, Fonte: BEECE - 2008

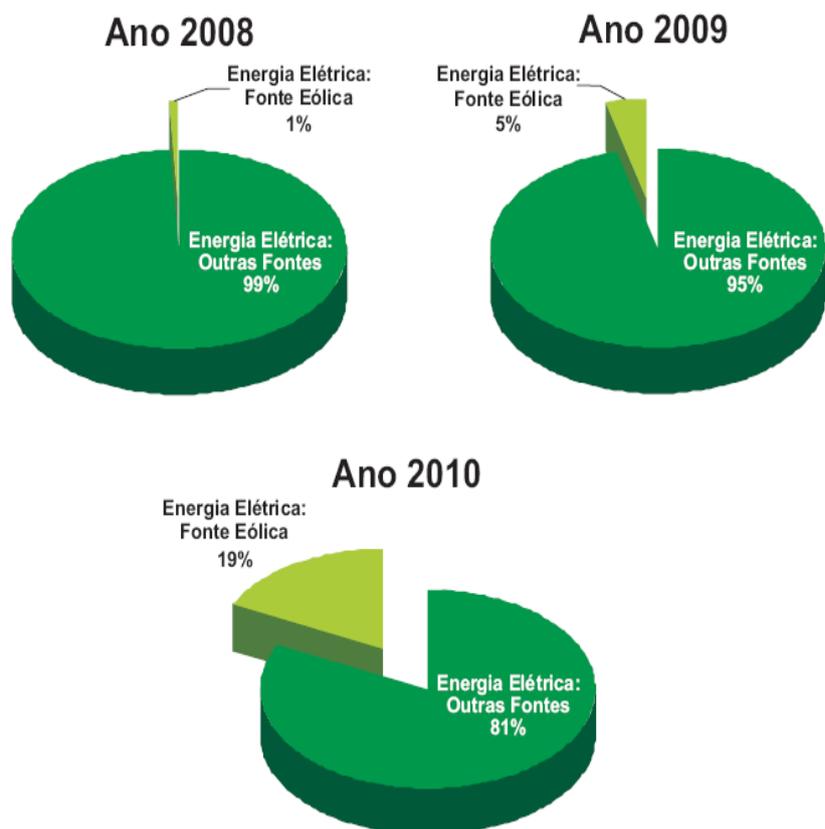


Figura 2. Evolução da Taxa de Crescimento do Mercado de Energia Elétrica por ano, Fonte: BEECE - 2008

A capacidade de geração eólica instalada será 5 vezes maior que a atual, com um acréscimo de 1,598 GWh, através da instalação de 27 empreendimentos outorgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Dos quais, 25 são de geração limpa e renovável aproveitando o potencial eólico e solar do Estado, sendo responsáveis por 99,5% da potência prevista, contra os atuais 84,93% empreendimentos em operação do tipo UTE.

Desta forma, e ainda com a inclusão de novos projetos de geração limpa de energia elétrica, o estado do Ceará poderá passar, nos próximos anos, de uma condição de demandador de energia elétrica para a condição de auto-suficiência e, até, como exportador de sua produção excedente, além de reduzir as emissões de CO₂ promovidas pela geração limpa de energia elétrica, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

O estado do Ceará dispõe de uma capacidade própria de geração instalada de 1.066,034 MW, assim distribuída: 15 usinas eólicas num total de 448.134 MW, como representado na Tabela 1.,1 Pequena Central Hidrelétrica - PCH (4,0 MW) e 11 Usina Termelétrica de Energia - UTE (613,900 MW) de acordo com Tabela 2.

Dentre as UTE's instaladas tem-se a destacar a UTE Fortaleza e a UTE TermoCeará, alimentadas a gás natural e com capacidade de geração de 588,630 MW. Potência suficiente para suprir uma parcela considerável da demanda do Estado, que atualmente está na ordem de 1.100 MW.

O parque de geração atualmente instalado no Estado é composto por usinas termelétricas e eolielétricas, em sua maioria, nas quantidades e potências descritas acima e a seguir listadas, dividido em 98% de Produtores Independentes e 2% de Auto Produtores de energia, o que demonstra a incipiente busca pela auto-suficiência para o suprimento de energia elétrica no Ceará.

Tabela 1: Usinas do tipo eólicas em operação no Ceará – 2010

Usina	Potência (kW)	Município
Eólica de Prainha	10.000	Aquiraz
Eólica de Taíba	5.000	São Gonçalo do Amarante
Parque Eólico de Beberibe	25.600	Beberibe
Mucuripe	2.400	Fortaleza
Foz do Rio Choró	25.200	Beberibe
Praia Formosa	104.400	Camocim
Eólica Canoa Quebrada	10.500	Aracati
Lagoa do Mato	3.230	Aracati
Eólica Icaraizinho	54.600	Amontada
Eólica Paracuru	23.400	Paracuru
Eólica Praias de Parajuru	28.804	Beberibe
Parque Eólico Enacel	31.500	Aracati
Canoa Quebrada	57.000	Aracati
Taíba Albatroz	16.500	São Gonçalo do Amarante
Bons Ventos	50.000	Aracati

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel

Tabela 2: Usinas do tipo termelétricas em operação no Ceará – 2010

Usina	Potência (kW)	Município	Combustível
Asfor	3.350	Fortaleza	Gás Natural
Energy Works Kaiser Pacatuba	5.552	Pacatuba	Gás Natural
Iguatemi Fortaleza	4.794	Fortaleza	Gás Natural
Fortaleza	346.630	Caucaia	Gás Natural
Termo Ceará	242.000	Caucaia	Gás Natural
Vulcabrás	4.980	Horizonte	Gás Natural
Aeroporto Internacional Pinto Martins	1.080	Fortaleza	Óleo Diesel
Terminal de Aviação Geral (TAG)	216	Fortaleza	Óleo Diesel
Unidade de Tráfego Aéreo Caucaia (UTA-PCI)	24	Caucaia	Óleo Diesel
Unidade de Tráfego Aéreo Uruburetama(UTA-URT)	24	Uruburetama	Óleo Diesel
Porto do Pecém	5.250	São Gonçalo do Amarante	Gás Natural

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Pioneiro no uso comercial de energia proveniente de fontes eólicas na América do Sul (Amarante, 2001) o Ceará tem se destacado devido ao apoio à implantação de projetos de geração comercial de energia alternativa e pelo incentivo à pesquisa de novas fontes.

2.2. PROINFA e Leilão de Energia

Abaixo temos o potencial eólico em capacidade instalada para os anos de 2007 e 2010 previsto no PROINFA (SEINFRA, 2006), respectivamente com 15 e 65 usinas e, as seguintes potências instaladas: 236,85 MW e 1.451,547 MW, e a participação percentual por Estado, onde o Ceará apresenta a maior capacidade instalada contemplada pelo Programa.

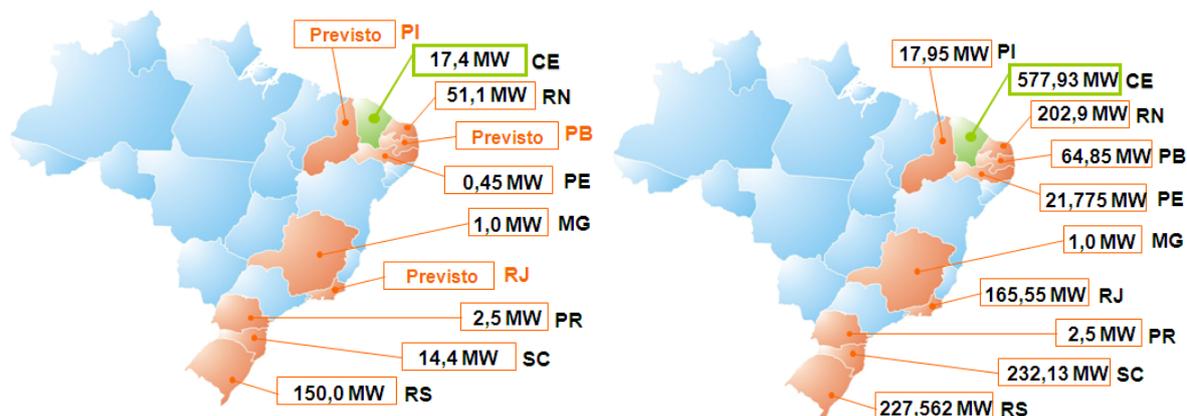


Figura 3. Empreendimentos previstos pelo PROINFA, Fonte: SEINFRA - 2006

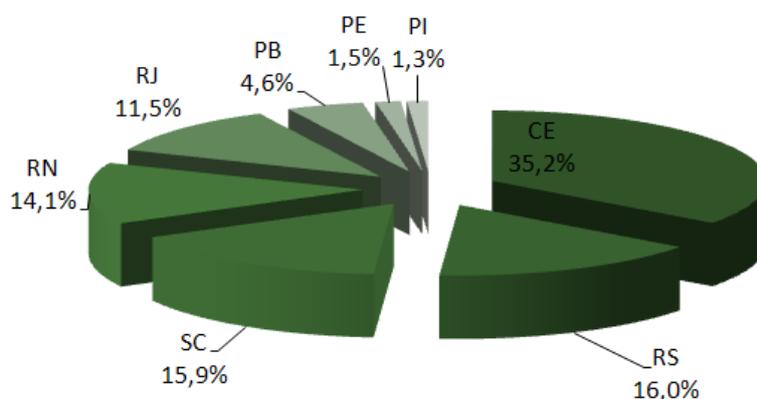


Figura 4. Empreendimentos previstos pelo PROINFA – Participação por Estado, Fonte: SEINFRA - 2006

O primeiro leilão de comercialização de energia voltado exclusivamente para fonte eólica realizado pelo Governo Federal resultando na contratação de 1.805,7 MW, a um preço médio de venda de R\$ 148,39/MWh viabilizando a construção de um total de 71 empreendimentos de geração eólica em cinco estados das regiões Nordeste e Sul (EPE, 2009).

Este leilão apresentou um deságio de 21,49% frente ao valor inicial definido para o certame, que foi de 189/MWh. “O valor final alcançado no leilão mostra que a diferença de preço entre as fontes eólica e térmica vem se aproximando e hoje é pequena, e, além disso, que a energia gerada através dos ventos é uma alternativa interessante, do ponto de vista econômico e ambiental, como complementação à geração hidrelétrica”, afirmou o presidente da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, Mauricio Tolmasquim.

O leilão possibilitará o acréscimo de 1.805,7 MW de capacidade instalada à matriz elétrica brasileira. Os projetos estão localizados nos seguintes estados: Rio Grande do Norte (657 MW), Ceará (541,7 MW), Bahia (390 MW), Rio Grande do Sul (186 MW) e Sergipe (30 MW) (EPE, 2009).

Segundo Antônio Carlos Machado, presidente do conselho de administração da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, as usinas contratadas vão fazer a capacidade instalada eólica no país, atualmente, em 602,28 MW, crescer 400%.

3. CONCLUSÃO

O estado do Ceará poderá passar, nos próximos anos, de uma condição de demandador de energia elétrica para a condição de auto-suficiência através da utilização do seu potencial eólico. E os leilões de energia aberto para essa fonte fomentam a exploração deste potencial no Ceará, possibilitando o fortalecimento da matriz elétrica estadual para um fonte limpa e renovável de energia. O Governo local em resposta as necessidades crescentes do setor eólico criou recentemente a Câmara do Setor Eólico – CSEólica, como forma de contribuição na consolidação da cadeia produtiva do setor no Estado. Entretanto é válido considerar que a nova ordem de zoneamento ambiental atualmente em discussão pelo poder público no âmbito estadual poderá mudar o perfil de áreas passíveis de exploração do potencial eólico e uma avaliação do quanto isso limitará a inclusão dessa fonte na matriz energética Estadual é necessário.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Usinas do tipo eolielétricas em operação no Ceará**
Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 22 mar. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Usinas do tipo termelétricas em operação no Ceará**
Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 22 mar. 2010.
- AMARANTE, O. A. C.; Brower, M.; Zack, J.; de Sá, A. L., **Atlas do Potencial Eólico**, 2001.
- Apostila: **Introdução ao Planejamento Energético** – BEECE 2006. Instituto de Pesquisas e Projetos da UECE – IEPRO, 2006.
- EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS – EPE, disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/> Acesso em 22 março 2010.
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, **Balço Energético do Estado do Ceará - BEECE**. Ano base 2008. 109 p. 2008.
- SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ – SEINFRA, **Empreendimentos eólicos previstos pelo PROINFA, 2006**, disponível em: <http://www.seinfra.ce.gov.br/>. Acesso em: 19 mar. 2010.

5. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

INTEGRATION OF WIND ENERGY IN THE ENERGY MATRIX OF CEARÁ

Francisca Dayane Carneiro de Melo – State University of Ceará – UECE
Danielle Kely Saraiva de Lima – Federal University of Ceará - UFC
José Artur Guimarães Neto – State University of Ceará - UECE
Camylla Maria Narciso de Melo – Federal University of Ceará – UFC
Alexandre Araújo Costa – State University of Ceará - UECE

Abstract: *That alternative energy is assuming an increasing role in cenary due to strong global because the environmental heat that these offer. In Brazil, specifically in Ceará, This reality is growing. The state operative has a capacity generates installed capacity of 1066.034 MW, distribute Of plants and in 15 wind farms for a total of 448.134 MW, 1 Central Small Hydropower Trica - PCH (4 , 0 MW) and 11 Thermoelectric Power Plants - UTE (613, 9 MW MW). This set, The Ceará has taken the lead the national capacity to generate the energy eletrical from the winds which operates the future the more power and 2 beverages provided by the Program of Incentives to Alternative Sources - PROINFA increase considerably involved the source and in your energetic matrix policy. The ability to generate And wind power be installed 5times higher than in 2009, with an increasing 1598 GWh / year in 2010 through "s of installs Of the 27 projects granted by Ag Engineering Nacional electric Energy - ANEEL. Of these, 25 s To generate The clean and refreshing , tapping the potential and solar metallic state, and responsible for 99.5% of the pot o clock action, against the current 84.93% developments in opera the type UTE. In this way, and with the inclusion The new projects generate The clean energy el Electric, the state of Ceará power pass in pr coming years, a conditions the eletric energy demand for the conditions the self-sufficient o clock. The first auction The sole energy source and to wind power fosters inclusion Of new developments in Ceará. The Government response to the growing needs of industry and Metallic recently created a C Mara Sector wind power - CSE wind power as a way to contribute In the consolidation The production chain of this sector. However read considering that the new order of environmental zoning currently being discussed the power public no scope state power change the profile passive areas of exploits the potential and metallic and an evaluation the limit as this the inclusion the source of the energetic matrix State policy is necessary.*

Keywords: *Wind Power, Energy Matrix, Ceará*