



ENERGIA EÓLICA



PANORAMA MUNDIAL E PERSPECTIVAS NO BRASIL

Brasília, 2009

ENERGIA EÓLICA
PANORAMA MUNDIAL E PERSPECTIVAS NO BRASIL

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

PRESIDENTE

ARMANDO DE QUEIROZ MONTEIRO NETO

1º VICE-PRESIDENTE

PAULO ANTONIO SKAF

VICE-PRESIDENTES

ROBSON BRAGA DE ANDRADE
EDUARDO EUGENIO GOUVÊA VIEIRA
PAULO GILBERTO FERNANDES TIGRE
JOSÉ DE FREITAS MASCARENHAS
RODRIGO COSTA DA ROCHA LOURES
ALCANTARO CORREA
JOSÉ NASSER
JORGE PARENTE FROTA JÚNIOR
FRANCISCO DE ASSIS BENEVIDES GADELHA
FLAVIO JOSÉ CAVALCANTI DE AZEVEDO
ANTONIO JOSÉ DE MORAES SOUZA

1º SECRETÁRIO

PAULO AFONSO FERREIRA

2º SECRETÁRIO

JOSÉ CARLOS LYRA DE ANDRADE

1º TESOUREIRO

ALEXANDRE HERCULANO COELHO DE SOUZA FURLAN

2º TESOUREIRO

ALFREDO FERNANDES

DIRETORES

LUCAS IZOTON VIEIRA
FERNANDO DE SOUZA FLEXA RIBEIRO
JORGE LINS FREIRE
JORGE MACHADO MENDES
JORGE WICKS CÔRTE REAL
EDUARDO PRADO DE OLIVEIRA
EDUARDO MACHADO SILVA
JOÃO FRANCISCO SALOMÃO
ANTONIO ROCHA DA SILVA
JOSÉ CONRADO AZEVEDO SANTOS
EUZEBIO ANDRÉ GUARESCHI
RIVALDO FERNANDES NEVES
FRANCISCO RENAN ORONÓZ PROENÇA
JOSÉ FERNANDO XAVIER FARACO
OLAVO MACHADO JÚNIOR
CARLOS ANTONIO DE BORGES GARCIA
MANUEL CESARIO FILHO

CONSELHO FISCAL

TITULARES

SERGIO ROGERIO DE CASTRO
JULIO AUGUSTO MIRANDA FILHO
JOÃO OLIVEIRA DE ALBUQUERQUE

SUPLENTES

CARLOS SALUSTIANO DE SOUSA COELHO
TELMA LUCIA DE AZEVEDO GURGEL
CHARLES ALBERTO ELIAS

ENERGIA EÓLICA



PANORAMA MUNDIAL E PERSPECTIVAS NO BRASIL

Brasília, 2009

© 2008. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Este documento foi desenvolvido por iniciativa do Conselho Temático de Infra-estrutura – COINFRA da Confederação Nacional da Indústria – CNI.

Elaboração: Gerência de Infra-estrutura / Unidade de Competitividade Industrial.

CNI

Conselho Temático de Infra-estrutura – COINFRA

FICHA CATALOGRÁFICA

C748

Confederação Nacional da Indústria

Energia eólica: panorama mundial e perspectivas no Brasil. –
Brasília, 2009.

34 p. : il.

1 Fontes de Energia 2. Energia Eólica 3. I. Título

CDU: 621.548

CNI

Confederação Nacional da Indústria

Setor Bancário Norte

Quadra 1 – Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3317- 9001

Fax: (61) 3317- 9994

<http://www.cni.org.br>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.org.br

Sumário

Sumário Executivo 7

1 A Opção Eólica 9

2 Experiência Internacional 11

3 A Energia Eólica no Brasil 15

4 Oportunidades e Desafios no Caso Brasileiro 19

5 Conclusão 22

Anexos

Desenvolvimento da energia eólica no mundo: países selecionados 27

Referências Bibliográficas 33

Sumário Executivo

A fonte eólica é uma importante opção de diversificação da matriz energética em vários países, a exemplo da Dinamarca, Espanha, Portugal e Alemanha. Será essa, também, uma opção prioritária no caso brasileiro? Este documento pretende trazer alguns elementos de estímulo ao debate.

Do ponto de vista ambiental, o impacto do aproveitamento eólico é tão reduzido quanto ao das pequenas centrais hidrelétricas a fio d' água. Já do ponto de vista energético, dado o enorme potencial hídrico do país e a crescente força da biomassa, a fonte eólica perde colocação na ordem de prioridade. A questão do custo relativamente alto da energia eólica é outro ponto de importância.

O que se extrai da discussão sobre a fonte eólica é que o tema, por sua importância mundial, requer atenção.

A capacidade instalada no mundo é de aproximadamente 94 GW¹, com destaque para a Alemanha (22 GW) e os EUA (17 GW). O crescimento da capacidade instalada tem sido expressivo. Em 2007, foram adicionados cerca de 20 GW de capacidade eólica no mundo. Países como a China e a Índia encontram-se entre os que mais investiram no setor.

As previsões do *Global Wind 2007 Report* indicam que, em 2012, a capacidade instalada mundial será de 240 GW. Essa expansão depende de forte patrocínio governamental na forma de subsídios e facilidades de financiamento.

O Brasil tem potencial eólico estimado em 143 GW (CEPEL, 2001), mas nossa capacidade instalada atual é de apenas 247 MW. São 16 plantas eólicas em operação no país, cuja capacidade corresponde a 0,23% da matriz elétrica.

Vários argumentos a favor da expansão do parque eólico no Brasil são identificados, em particular a forte complementaridade entre os períodos de chuva e de vento, o que dá margem para que os parques eólicos possam suprir energia durante a estação seca, propiciando o acúmulo de água nos reservatórios das grandes hidrelétricas e reduzindo a utilização da geração térmica. Ademais, a geração eólica não emite poluentes atmosféricos, contribuindo diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa decorrentes do sistema elétrico nacional.

Neste sentido, dado que a disponibilidade, o preço e a qualidade do suprimento energético são fundamentais para a competitividade do setor produtivo brasileiro, a agenda da indústria abraça a questão da diversificação da matriz como via de solução para afastar o fantasma do racionamento e assegurar níveis competitivos de preços da energia.

Dada a necessidade de diversificar a matriz elétrica nacional, conhecendo as vantagens da energia eólica e a experiência internacional, podemos concluir que para alavancar a indús-

¹ GW = gigawatt = 10⁹ watts / MW = megawatt = 10⁶ watts

Watt = é a unidade para potência dada pelo Sistema Internacional de Unidades, equivale a um joule por segundo.

tria e a geração eólica no Brasil torna-se necessária a definição de uma política efetiva de incentivo à participação das fontes alternativas renováveis. Essa política deve ter como foco as vantagens comparativas do país e estar alinhada com o objetivo de garantir as menores tarifas ao consumidor final.

1 A Opção Eólica

A variável mais importante para avaliar o potencial de geração eólica de uma região é a velocidade dos ventos locais. O potencial de geração disponível é função do cubo da velocidade; se a velocidade do vento dobrar, o potencial aumenta cerca de oito vezes. Por essa razão, é o regime dos ventos o que determina se o aproveitamento da fonte eólica é atrativo ou não.

Via de regra, admite-se considerar o uso de aerogeradores nas localidades em que a velocidade média anual dos ventos supera 6 m/s. Caso contrário, o uso da energia eólica não se presta senão para atender a necessidades específicas (por exemplo, bombeamento) em locais desprovidos de rede elétrica.

O aproveitamento intenso de energia eólica requer a implantação de parques eólicos (*wind farms*), em geral com dez a cem aerogeradores, com potência unitária de 300 a 750 kW. Nesse caso, os aerogeradores são instalados a 200 m uns dos outros, para evitar interferências. Uma densidade de instalação típica é 10 MW/km². Vale ressaltar que as turbinas não impedem a atividade agrícola no local e ainda podem ser fonte de renda extra (*royalties*) para os proprietários rurais.

Os ventos distantes das costas também têm potencial de gerar grandes volumes de energia. E causam mínimo impacto ambiental. Cabe ressaltar que a natureza irregular dos ventos não afeta a integração dessas máquinas às redes elétricas, especialmente quando a contribuição eólica é inferior a 20% da demanda máxima do sistema. Atualmente, há 60 GW de potência eólica conectados à rede em todo o mundo (75% dessa capacidade está instalada na Europa).

Do ponto de vista ambiental, o impacto do aproveitamento eólico é tão reduzido quanto ao das pequenas centrais hidrelétricas a fio d' água. Já do ponto de vista energético, dado o enorme potencial hídrico do país e a crescente força da biomassa, a fonte eólica perde colocação na ordem de prioridade. Na atualidade, a decisão da área de planejamento do Governo é tratá-la como se fez com a usina nuclear Angra I. A decisão de construir essa usina nos anos 60, quando não havia ainda ocorrido o acidente de *Three Mile Island* e o desastre de *Chernobyl*, era menos gerar energia e mais voltada para habilitar os engenheiros brasileiros a operar usinas nucleares, posto que à época esta era considerada a energia do futuro. Tal como se procedeu no caso de Angra I, é razoável que se façam investimentos de natureza estratégica, para que o país domine a tecnologia do setor.

A questão do custo relativamente alto da energia eólica é outro ponto de importância. A energia gerada na Europa é mais cara (e mais poluente) do que a gerada no Brasil, sendo qualquer renovável bem vinda naquelas latitudes. No Brasil, o Proinfa paga o subsídio referente a diferença entre o custo de geração das fontes alternativas e das fontes convencionais. Especialmente em virtude do custo, a fonte eólica pode se tornar opção racional para o suprimento local em algumas áreas do Nordeste e do Sul do país, privilegiadas pelo regime dos ventos. No entanto, nunca é demais lembrar que o Brasil detém 164 GW de potencial hidrelétrico provado remanescente.

O que se extrai da discussão sobre a fonte eólica é que o tema, por sua importância mundial, requer atenção. Por outro lado, não se deve ignorar que o suprimento de energia eólica exige a retaguarda firme e a interconexão contínua a outras fontes, dada a inconstância dos ventos. Essa contingência se cumpre nos países nórdicos, que optaram pelo aproveitamento crescente de aerogeradores.

Parque Eólico de Osório/RS



Foto: José Pallazo Moreira de Oliveira

2 Experiência Internacional

O interesse pela fonte eólica data da crise do petróleo dos anos 70 do século passado. Por força da crise, diversos países criaram programas de pesquisa e desenvolvimento nessa área, com fundos do governo (especialmente os Estados Unidos, Dinamarca, Suécia, Holanda e Reino Unido). Essas primeiras máquinas não foram um sucesso comercial, mas possibilitaram ampliar o conhecimento e consolidar a tecnologia nos campos da aerodinâmica, ciência dos materiais e sistemas de controle.

Em 1978, o governo da Califórnia estabeleceu um sistema de subsídios e tarifas especiais para a geração eólica, dando lugar à construção de quinze mil máquinas, com capacidade agregada de 1.300 MW. Programas similares, de estímulo ao mercado, foram criados na Dinamarca, Alemanha, Espanha, Reino Unido e Índia.

Hoje, a capacidade instalada no mundo é de aproximadamente 94 GW. Com destaque para a Alemanha, com mais de 22 GW, e os EUA, com quase 17 GW de capacidade instalada em 2007.

A geração eólica mundial atinge cerca de 160 GWh por ano (a geração hidráulica de serviço público no Brasil, em 2006, foi de 336 GWh).

As taxas de crescimento da capacidade instalada superam as previsões mais otimistas. Apenas em 2007, foram adicionados cerca de 20 GW de capacidade eólica no mundo, destacando-se os EUA (5,2 GW), a Espanha (2,3 GW), a China (3,4 GW) e a Índia (1,7 GW).

Merece destaque o caso da China, um país em desenvolvimento como o Brasil. Esse país começou a implantar projetos de energia eólica em 1996. Em 2006, os chineses já tinham 2,6 mil MW de potência instalada. A meta dos chineses é alcançar 5.000 MW até 2010. A Índia também entrou no mercado de geração eólica e já possui 8,0 GW instalados (vide a próxima tabela/gráfico).

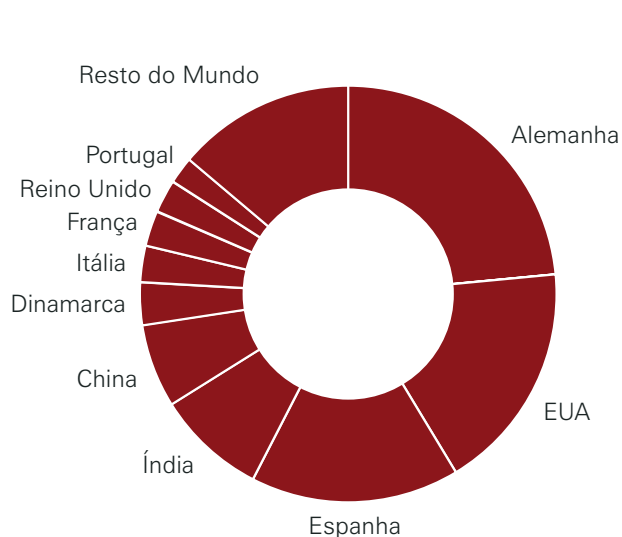
Vale ressaltar que o desenvolvimento da fonte eólica na China permitiu o estabelecimento de 20 fabricantes de turbinas, que empregam em torno de 25 mil pessoas. Na Alemanha, a indústria eólica já consome mais aço e emprega mais pessoas que a indústria automobilística.

As previsões do *Global Wind 2007 Report* indicam que, em 2012, a capacidade instalada mundial será de 240 GW, ou seja, espera-se que daqui a 5 anos a capacidade instalada de energia eólica no mundo seja mais do que o dobro da atual. Essa expansão depende de forte patrocínio governamental na forma de subsídios e facilidades de financiamento (vide exemplos no anexo).

Os recursos eólicos mundiais concentram-se nas regiões costeiras de todos os continentes. Estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh por ano. Entretanto, devido a restrições socioambientais, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Esse potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo atual de eletricidade do mundo.

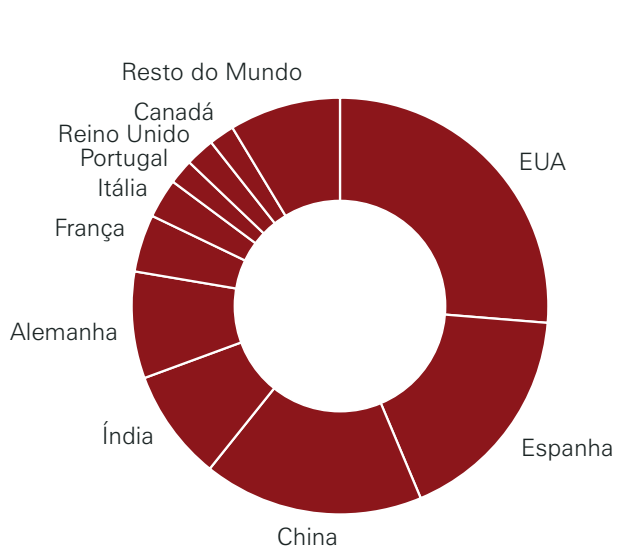
ENERGIA EÓLICA NO MUNDO, 2007

Capacidade total instalada



| | MW | % |
|-----------------|---------------|--------------|
| Alemanha | 22.247 | 23,6 |
| EUA | 16.818 | 17,9 |
| Espanha | 15.145 | 16,1 |
| Índia | 8.000 | 8,5 |
| China | 6.050 | 6,4 |
| Dinamarca | 3.125 | 3,3 |
| Itália | 2.726 | 2,9 |
| França | 2.454 | 2,6 |
| Reino Unido | 2.389 | 2,5 |
| Portugal | 2.150 | 2,3 |
| Subtotal | 81.104 | 86,2 |
| Resto do Mundo | 13.019 | 13,8 |
| Total | 94.123 | 100,0 |

Nova capacidade instalada



| | MW | % |
|-----------------|---------------|--------------|
| EUA | 5.244 | 26,1 |
| Espanha | 3.522 | 17,5 |
| China | 3.449 | 17,2 |
| Índia | 1.730 | 8,6 |
| Alemanha | 1.667 | 8,3 |
| França | 888 | 4,4 |
| Itália | 603 | 3,0 |
| Portugal | 434 | 2,2 |
| Reino Unido | 427 | 2,1 |
| Canadá | 386 | 1,9 |
| Subtotal | 18.350 | 91,4 |
| Resto do Mundo | 1.726 | 8,6 |
| Total | 20.076 | 100,0 |

Fonte: GWEC – Global Wind 2007 Report

ESTIMATIVAS DO POTENCIAL EÓLICO MUNDIAL

| Região | Porcentagem de Terra Ocupada* | Potencial Bruto (TWh/ano) | Densidade Demográfica (hab/km ²) | Potencial Líquido (TWh/ano) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|
| África | 24 | 106.000 | 20 | 10.600 |
| Austrália | 17 | 30.000 | 2 | 3.000 |
| América do Norte | 35 | 139.000 | 15 | 14.000 |
| América Latina | 18 | 54.000 | 15 | 5.400 |
| Europa Ocidental | 42 | 31.400 | 102 | 4.800 |
| Europa Ocidental & ex-URSS | 29 | 106.000 | 13 | 10.600 |
| Ásia (excluindo ex-URSS) | 9 | 32.000 | 100 | 4.900 |
| Mundo** | 23 | 498.400 | - | 53.000 |

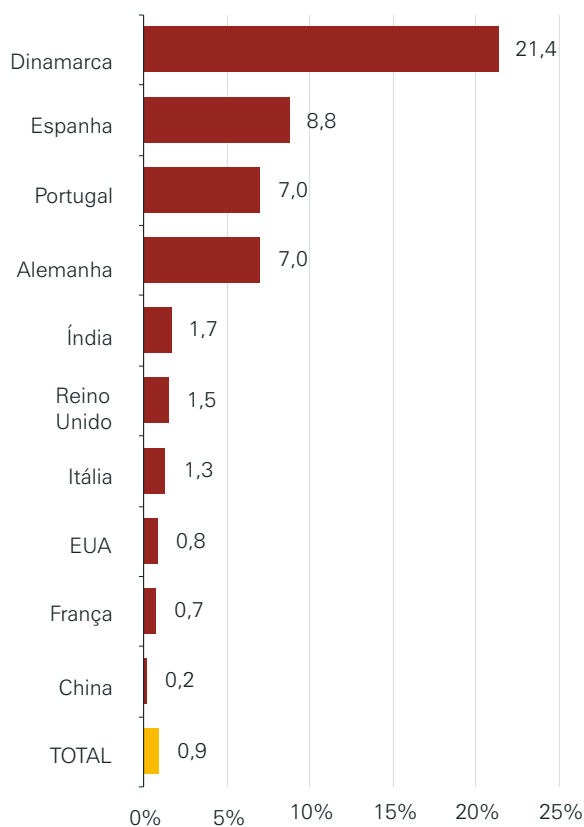
Fonte: GRUBB, M. J.; MEYER, N. L. Wind energy: resources, systems and regional strategies. In: JO-HANSSON, T. B. et. Al. Renewable energy: sources for fuels and electricity. Washington, D.D.: Island Press, 1993.

(*) Em relação ao potencial bruto.

(**) Excluindo-se Groenlândia, Antártida, a maioria das ilhas e os recursos offshore.

Fonte: ANEEL, 2005 (Atlas de Energia Elétrica)

ENERGIA EÓLICA COMO PERCENTUAL DO CONSUMO DE ELETRICIDADE, 2006



Fonte: US DoE

Estatísticas recentes apontam que o custo, considerado elevado, tem decrescido nos últimos anos devido, principalmente, à curva de aprendizado tecnológico (dado que 75% do custo de instalação de um parque eólico corresponde a equipamentos).

Segundo o Conselho Mundial de Energia (*2007 Survey of Energy Resources*), nos países de maior utilização, o custo de instalação em terra é hoje da ordem de US\$ 1.600/kW e no mar de US\$ 2.400/kW a US\$ 3.000/kW. Já o custo da geração varia muito, em função da variabilidade dos ventos e arcabouços institucionais. Ainda segundo o mesmo relatório do Conselho Mundial de Energia, o preço da energia eólica nos países de maior utilização desta fonte (preço pago pela eletricidade de fonte eólica) varia na faixa US\$ 52/MWh a US\$ 90/MWh. Na banda inferior dessa faixa, a energia eólica compete com o carvão e o gás. A edição de 21 a 27 de junho de 2008 da revista *The Economist* relata que a GE conseguiu com novas turbinas produzir energia eólica a US\$ 80/MWh (custo de produção).

3 A Energia Eólica no Brasil

O Brasil possui 247 MW de capacidade eólica instalada, destacando-se o Rio Grande do Sul, com 150 MW, o Rio Grande do Norte, com 52 MW, e o Ceará, com 19 MW.

Existem 16 plantas eólicas em operação no país, cuja capacidade corresponde a 0,23% da matriz elétrica brasileira. Dessas plantas, seis estão enquadradas no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA (totalizam 218,5 MW de capacidade ou 88,5% do total).

MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL, 2007

| Capacidade Instalada até 31/12/2007 | | | |
|-------------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| TIPO | Quantidade | Potência (MW) | % |
| UHE* | 158 | 74.936,9 | 74,67 |
| UTE | 995 | 21.229,0 | 21,15 |
| PCH | 294 | 1.820,3 | 1,81 |
| CGH | 215 | 112,3 | 0,11 |
| UTN | 2 | 2.007,0 | 2,00 |
| EOL | 16 | 247,1 | 0,23 |
| SOL | 1 | 0,02 | 0,00 |
| SUBTOTAL | 1.681 | 100.352,4 | 100,0 |
| Importação** | 8 | 8.975,0 | 8,94 |
| TOTAL | 1.689 | 109.327,4 | 108,9 |

* Considerada Itaipu nacional (7.000 MW)

** Considerada importação de Itaipu (6.455 MW)

Fonte: ANEEL.

De acordo com o Atlas Eólico do Brasil (CEPEL, 2001), nosso potencial é estimado em 143 GW (medido com torres de 50 m – atualmente as torres de medição são de 100 m – e excluindo o potencial *offshore*). Para se ter uma idéia da grandeza desse número, todo o parque gerador brasileiro tem capacidade instalada de 100 GW, incluindo todas as fontes.

Analogamente ao panorama mundial, a expansão do parque eólico nacional depende de apoio governamental. No que concerne à indústria fornecedora de equipamentos para a geração eólica, o país conta somente com três empresas: *Wobben Wind Power*, *Tecsis* e *South America Wind Energy*, cujos principais clientes acham-se no exterior². Como 75% do custo de instalação de um parque eólico corresponde a equipamentos, a ampliação do leque de fornecedores é passo indispensável no sentido da competitividade. Vale recordar que a

² Uma nova empresa de equipamentos encontra-se em fase de instalação, a IMPSA.

Alemanha, caso de referência nessa área, levou uma década para consolidar o seu mercado, reduzir custos e promover o desenvolvimento tecnológico.

Como resultado, o custo de instalação de geradores eólicos no país ainda é elevado. Esse é um dos principais motivos para explicar a baixa adesão ao Proinfa e a falta de projetos eólicos no primeiro leilão de fontes alternativas realizado em 2007 (cerca de 639 MW foram negociados, sendo a maior parte térmicos).

Das três vertentes energéticas do Proinfa – usinas a biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e aerogeradores –, a terceira ainda tem o custo da energia gerada mais alto. Os geradores inscritos no Proinfa recebem de R\$ 219/MWh (US\$ 136,9/MWh) a R\$ 234/MWh (US\$ 146,2/MWh), dependendo do fator de carga. Situam-se esses preços em patamares acima daqueles praticados em países de maior utilização de aerogeradores.

PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA foi criado pela Lei 10.438/2002. O programa encontra-se dividido em duas fases, visando incentivar a geração de energia por fontes alternativas no Brasil no curto e longo prazo.

Durante a primeira fase, geradores independentes de energia eólica, à biomassa e pequenas centrais elétricas foram incentivados a assinar contratos de 15 anos objetivando a produção de 1.100 MW de energia de cada uma das fontes citadas, totalizando 3.300 MW em operação até dezembro de 2006 (o Decreto 4.541 prolongou os contratos do PROINFA para 20 anos). Um “valor econômico específico” foi definido para cada fonte como parâmetro para o pagamento pela energia gerada. A falta de transparência na definição deste valor foi considerada uma das barreiras ao sucesso do programa.

Concomitantemente, o PROINFA objetivava dar suporte a indústria nacional de equipamentos. Para tanto, instituiu índices mínimos obrigatórios de nacionalização de equipamentos utilizados nos empreendimentos (60% na primeira fase do programa).

Originalmente, a segunda fase do programa previa que, em 20 anos, 10% da energia elétrica no Brasil seria gerada por fontes alternativas. Entretanto, com a reforma do setor elétrico (Lei 10.762/2003 e Decreto 5.025/2004), a segunda fase do PROINFA foi profundamente alterada. A reforma teve como foco a introdução de leilões para a contratação da nova capacidade de geração pela menor tarifa ao consumidor final.

Esse sistema pode prejudicar a introdução das fontes alternativas de energia na matriz energética, uma vez que considera apenas os custos de geração. Nesse contexto, vantagens comparativas e particularidades apresentadas por algumas fontes, como a complementaridade entre o período de seca hídrica e o de melhores ventos, que pode resultar na otimização do armazenamento de água nos reservatórios das hidrelétricas, não são avaliados na escolha dos novos empreendimentos de geração.

A primeira chamada pública do PROINFA (1ª fase) foi realizada em 2004. Os resultados dessa chamada podem ser vistos na tabela abaixo.

RESULTADO DA 1ª FASE DO PROINFA, SITUAÇÃO EM JUNHO DE 2008

| Empreendimentos selecionados | | |
|------------------------------|------------|--------------------|
| Fonte | Quantidade | Potência |
| Biomassa | 27 | 700,90 MW |
| Eólica | 54 | 1.422,96 MW |
| PCH | 63 | 1.191,40 MW |
| Total | 144 | 3.315,26 MW |

| Empreendimentos com obras em andamento | | |
|--|------------|------------------|
| Fonte | Quantidade | Potência |
| Biomassa | 1 | 10,00 MW |
| Eólica | 16 | 149,03 MW |
| PCH | 37 | 693,60 MW |
| Total | 54 | 852,63 MW |

| Empreendimentos que entraram em operação | | |
|--|------------|--------------------|
| Fonte | Quantidade | Potência |
| Biomassa | 19 | 550,90 MW |
| Eólica | 6 | 218,50 MW |
| PCH | 22 | 445,80 MW |
| Total | 47 | 1.215,20 MW |

Fonte: ANEEL.

Segundo investidores, a baixa adesão dos projetos de biomassa deveu-se ao valor econômico estipulado para esta fonte. A expectativa para entrada em operação até dezembro de 2006 foi frustrada por diversos motivos, entre os principais, a baixa capacidade financeira dos agentes e a incapacidade da indústria nacional de geradores eólicos para atender a demanda e, conseqüente, garantir o nível de nacionalização dos empreendimentos.

Vale ressaltar que a segunda fase do PROINFA ainda não foi colocada em operação.

De acordo com estudos realizados pelo Banco do Nordeste e apresentado pelo Presidente do banco no Fórum Nordeste 2008 “Desafios e oportunidades nos setores de biocombustíveis e energias limpas” (4/8/2008), apesar da energia eólica apresentar custo elevado quando comparado a geração por fontes convencionais, cerca de R\$ 200/MWh, ela pode contribuir para a modicidade tarifária no modelo elétrico brasileiro.

Segundo o estudo daquela instituição, o custo médio das térmicas nos leilões de energia nova encontra-se na faixa de R\$ 140/MWh; entretanto, o custo da energia térmica quando despachada depende do preço do combustível utilizado e, no contexto atual de insuficiência dos reservatórios hídricos, instabilidade no fornecimento de gás e alta dos preços das *commodities*, tem alcançado a média de R\$ 570/MWh. Somente em 2008, o custo adicional decorrente do acionamento das usinas térmicas durante o primeiro semestre ultrapassou R\$ 1 bilhão para o sistema interligado nacional. É importante frisar que essa diferença de custo será repassada às tarifas de energia quando das revisões periódicas.

Ou seja, apesar de possuir um custo de instalação superior ao das usinas térmicas, a geração eólica possui um custo de operação baixo, pois não paga pelo combustível utilizado (vento). Assim, ao longo do tempo de operação, o custo da energia térmica cresce numa proporção tão superior do que o custo da energia eólica que a partir de um determinado ponto esta última se torna mais barata do que a térmica.

Resulta dessa análise que o investimento em geração eólica é uma decisão relacionada com os resultados esperados para o sistema elétrico no médio/longo prazo, daí a importância do planejamento de longo prazo sobre a forma como se dará a expansão do sistema de geração elétrica nacional. Investir em energia eólica hoje pode representar a redução nos custos de geração futuros devido, entre outros fatores, à redução das emissões de gases de efeito estufa e à redução do uso de combustíveis fósseis. Neste último caso, em decorrência da substituição das térmicas. E devido à complementaridade entre os períodos de seca hídrica e de melhores ventos em várias regiões do Brasil, pode-se contribuir na otimização do uso dos reservatórios plurianuais.

4 Oportunidades e Desafios no Caso Brasileiro

Em favor da ampliação do parque eólico no Brasil, há os seguintes argumentos:

- i. a população está concentrada na faixa litorânea, onde está localizada a maior parte do potencial eólico, o que permite reduzir os custos de transmissão e as perdas técnicas, uma vez que as usinas eólicas podem ser instaladas próximas aos centros de consumo;
- ii. os ventos nos sítios de maior potencial têm, em média, velocidades altas e são geralmente estáveis, permitindo menor desembolso com equipamentos;
- iii. há forte complementaridade entre os períodos de chuva e de vento ao longo do ano, em particular no Nordeste, o que dá margem, ao longo da estação seca, para que os parques eólicos possam suprir energia e propiciar a acumulação de água nos reservatórios das grandes hidrelétricas;
- iv. a geração eólica pode ser amplamente usada na universalização do acesso à energia, via geração distribuída (áreas rurais e isoladas), o que fatalmente reduziria o custo com o emprego de combustíveis fósseis;
- v. as torres eólicas podem ser instaladas mesmo em áreas de preservação ambiental, o que constitui ponto favorável à obtenção do licenciamento;
- vi. os parques eólicos são modulares e admitem uso múltiplo da terra, o que garante renda aos proprietários;
- vii. o prazo de instalação das unidades geradoras é relativamente curto, entre 12 e 24 meses;
- viii. as unidades de geração eólica não emitem poluente atmosférico, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa decorrentes do sistema elétrico nacional; e
- ix. a gratuidade do combustível (vento).

A questão da complementaridade entre as fontes eólica e hidráulica merece especial atenção. Vários estudos frisam que a energia eólica sempre será uma fonte complementar à hidreletricidade, substituindo a geração térmica nos meses de seca hidrológica, evitando assim que o preço da energia *spot* chegue aos patamares de R\$ 570,00/MWh, como aconteceu no início de 2008, trazendo elevados prejuízos financeiros ao país. Assim, a preços de R\$ 200,00/MWh, com prazo de instalação de 18 meses e característica altamente modular, a energia eólica, além de não contribuir para sujar a matriz energética, representa uma fonte de energia abundante que contribui para a segurança do sistema interligado e para sua modicidade tarifária.

Ademais, a exploração das enormes jazidas de vento do Nordeste é fator de potencial redução da dependência energética desta região em relação aos demais submercados do país. Considerando que o potencial eólico da região nordeste é de 75 GW, se utilizarmos apenas 20% desse valor, com fator de capacidade de 40% (abaixo da média dos parques em instala-

ção na região), chegaríamos a uma capacidade de geração de 6.000 MW, o que equivaleria a 70% do consumo de energia da região.

Necessidade de Aperfeiçoamento

Entretanto, pontos negativos, em particular do ambiente político-institucional, precisam ser aperfeiçoados visando uma maior competitividade desta opção energética. Entre esses pontos podemos destacar:

- i. a impossibilidade de armazenamento da energia eólica, o que exige aperfeiçoamentos técnicos e regulatórios para um modelo apropriado de despacho;
- ii. algum impacto sonoro e visual que pode atingir, em particular, a indústria do turismo;
- iii. possível interferência eletromagnética que pode causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados;
- iv. a necessidade de aperfeiçoamentos das modalidades contratuais para atender as especificidades do setor, os prazos de contratação da energia precisam ser mais longos e as condições de financiamento devem ser aprimoradas;
- v. a falta de competitividade da fonte eólica frente às fontes convencionais de geração, criando a necessidade da implantação de políticas de incentivo para sua implantação e/ou de tarifação sobre os custos ambientais decorrentes da geração com fontes convencionais; e
- vi. a incipiência da indústria de equipamentos eólicos no Brasil, o que dificulta o atendimento dos índices de nacionalização previstos no PROINFA e eleva os custos de instalação e manutenção dos empreendimentos, essa indústria carece de políticas de desenvolvimento e incentivos à pesquisa tecnológica.

ENERGIA E COMPETITIVIDADE

A energia é um dos principais insumos da indústria. A disponibilidade, o preço e a qualidade do suprimento energético são fundamentais para a competitividade do setor produtivo brasileiro.

No entanto, vários fatores vêm gerando incertezas quanto à segurança do suprimento e quanto aos custos da energia, o que resulta em elevação do risco para o investimento privado. No caso brasileiro, entre esses fatores, destacam-se:

- restrições e impasses ambientais que adiam e elevam o custo de expansão do parque gerador, em particular, o das usinas hidrelétricas;
- localização do potencial hídrico disponível, longe dos principais centro de consumo e em áreas de difícil acesso, como a região amazônica;
- elevação do preço da energia elétrica para o consumidor industrial acima da inflação (IPCA), notadamente nos últimos 10 anos;
- dificuldades observadas no suprimento de gás natural (embora exista perspectiva de melhoria desse padrão, por força da ampliação das reservas nacionais);
- elevação do preço do petróleo no mercado internacional, que nunca foi tão caro como na atualidade, e cujo consumo tende a aumentar;
- o preço do gás natural, que tende a acompanhar o aumento do preço do petróleo.

Mesmo diante desse quadro complexo, o Brasil apresenta uma perspectiva otimista de crescimento econômico. A indústria está com mais de 80% de sua capacidade instalada em atividade e as tendências apontam para a ampliação do nível de atividade industrial, o que demandará mais energia disponível e competitiva. Ou seja, a expansão sustentável da produção requer disponibilidade energética em base competitiva.

5 Conclusão

A agenda da indústria defende que o suprimento energético seja de qualidade e com modicidade tarifária. A via de solução para afastar o fantasma do racionamento e assegurar níveis competitivos de preços da energia recomenda a diversificação da matriz energética. A seleção racional das opções de aproveitamento energético deve ter como foco as especificidades do país e as vantagens comparativas de que dispomos.

As chamadas fontes alternativas, no momento, ainda são coadjuvantes de interesse na oferta total de energia no Brasil. A experiência mundial mostra que a fonte eólica é promissora. Mas seu rol no leque de opções de aproveitamento energético parece ser modesto enquanto os custos relativos desses empreendimentos não baixarem e os entraves às oportunidades de negócio no setor persistirem.

Apesar da energia eólica não ser atualmente competitiva em termos de custo da geração, quando comparada com as fontes tradicionais de geração do Brasil (sem contabilizarmos as externalidades), ela traz como benefícios inquestionáveis:

- i. a diversificação da nossa matriz energética, assentada basicamente em grandes hidrelétricas;
- ii. a redução da participação de combustíveis fósseis em plantas térmicas;
- iii. a redução do risco geopolítico relacionado ao acesso ao gás natural consumido no país; e
- iv. a otimização do sistema elétrico nacional, dada a complementaridade entre a afluência hidrológica e o regime de ventos, identificada em algumas regiões do país. Além disso, um programa de incentivos para a energia eólica no Brasil pode fortalecer a indústria nacional e gerar novos empregos.

Desta forma, um programa de incentivos de longo prazo para a energia eólica no Brasil, para ser efetivo, necessita ser transparente nos seus objetivos principais. Ele deve, ainda, focar nas razões pelas quais a energia eólica deve ser promovida, considerando as particularidades do caso brasileiro. A clara percepção das vantagens da opção eólica no Brasil e a tradução disso num programa de incentivos de longo prazo é condição necessária para o sucesso.

Dito isto, e sabendo que a presença da geração eólica em escala apreciável está, mundo afora, sujeita a alguma forma de incentivo, para alavancarmos a indústria e a geração eólica no país, torna-se necessária a definição de uma política de incentivo à participação das fontes alternativas renováveis. Essas políticas devem enfatizar a função complementar que a energia eólica pode assumir nas próximas décadas. Políticas de incentivo às fontes renováveis podem ser realizadas via leilões específicos, via definição de novos PROINFAs, ou pela simples definição de prazos e percentuais mínimos a serem instalados (metas). Além de garantirem a entrada das fontes alternativas na matriz energética, essas iniciativas contribuiriam para conferir ao processo decisório de investimento do setor de equipamen-

tos eólicos a estabilidade necessária para que ele venha a adquirir escala e tornar-se mais competitivo. Essa política deve, ainda, estar alinhada ao objetivo principal de garantir as menores tarifas ao consumidor final.

Alguns dos objetivos de um programa de incentivos de longo prazo para a energia eólica no Brasil poderiam ser:

- A. redução das emissões de gases de efeito estufa do sistema elétrico nacional [evitando a expansão da geração com o uso de combustíveis fósseis];
- B. otimização do sistema interconectado; e/ou
- C. desenvolvimento industrial e tecnológico.

Por fim, vale destacar que a Câmara dos Deputados instaurou uma Comissão Especial para analisar vários projetos de lei que discutem propostas de incentivo às fontes renováveis de energia. A referida comissão é presidida pelo Dep. Rodrigo Rocha Loures e relatada pelo Dep. Fernando Ferro.

Anexos

Desenvolvimento da energia eólica no mundo: países selecionados

Para fins de análise, os países que fazem uso da energia eólica foram agrupados em quatro categorias:

- I. Países com expressivo potencial eólico, mas poucos projetos;
- II. Países sem potencial significativo de geração eólica ou sem tradição no setor, mas com resultados recentes interessantes;
- III. Países com potencial expressivo e elevada taxa de investimento na geração eólica; e
- IV. Países com grandes programas.

I – Países com expressivo potencial eólico, mas poucos projetos (Argentina, Brasil, Federação Russa, Finlândia e Turquia): Esse grupo se caracteriza por deter apreciável potencial de geração eólica, mas apresenta poucos projetos ou investimentos no setor. Alguns criaram órgãos específicos e incentivos fiscais, porém as iniciativas não foram bem sucedidas. Outros detêm tradição no desenvolvimento do setor, mas têm apresentado estagnação na expansão (Federação Russa).

Exemplos:

Argentina

A Argentina apresenta a potência instalada de 27,7 MW em geração eólica.

O país tentou incentivar o setor por meio da Lei 25.019/98, que criou o Sistema Nacional de Energia Eólica e Solar e instituiu subsídio de US\$ 10/MWh. Porém, ainda assim, a geração eólica é pouco significativa.

Há estudos indicando que, em termos energéticos, o potencial eólico ao sul do paralelo 42 é superior à produção anual de petróleo no país. A Argentina prevê o incremento de 300 MW de geração eólica nos próximos três anos.

Finlândia

O país possui um considerável potencial eólico, estimado em cerca de 10.300 MW.

A Finlândia quer fornecer 31% da energia elétrica a partir de fontes renováveis até 2010 (a maior parte por biomassa).

Em 2001, a *National Climate Strategy* incluiu a meta de atingir 500 MW de capacidade eólica instalada até 2010 e 2.000 MW até 2025. Até 2004, era evidente que os fundos

disponíveis eram insuficientes para que a meta fosse atingida até 2010. Com as atuais circunstâncias (financiamento e condições regulamentares), foi fixado um objetivo mais modesto: 300 MW em 2010. Até o final de 2005, a capacidade total instalada de geração eólica era de 82 MW (inalterada a partir de 2004) e, no fim de 2006, só tinha atingido 86 MW.

II - Países sem potencial significativo de geração eólica ou sem tradição no setor, mas com resultados recentes interessantes (Austrália, Áustria, França, Grécia e Japão): Esse conjunto se caracteriza pelo empenho no uso de fontes renováveis na geração de eletricidade. A maioria criou incentivos tarifários para a expansão do setor.

Exemplos:

França

O país começou a investir na geração eólica a partir de 2003. Em 2003 e 2004, o crescimento da capacidade instalada foi de 60% ao ano e, em 2005, a capacidade de geração eólica dobrou (723 MW).

Em 2006, os franceses acordaram que, até 2015, a geração eólica deverá ser de 17 GW e, para isso promoveram uma revisão tarifária com o intuito de incentivar o setor e alcançar a meta.

Japão

Os japoneses enfrentam relativa dificuldade no acesso às áreas com maior potencial eólico e não possuem instalações de ponta. Com a celebração do Protocolo de Kyoto, o país se viu obrigado a investir na geração eólica.

Em 2001, a capacidade era de 139 MW e, em 2005, já alcançava 1.078 MW. A principal política de incentivo consiste em programas de subsídios.

III - Países com potencial expressivo e elevada taxa de investimento na geração eólica (Canadá, Costa Rica, Egito, Dinamarca, Irlanda, Itália, México, Nova Zelândia, Ucrânia): São países com programas de geração eólica de maior porte e apreciável maturação do setor.

Exemplos:

Canadá

A capacidade de geração de energia eólica do Canadá tem crescido de maneira significativa na última década. Ao final de 2005, o país tinha a capacidade instalada de 683 MW e, ao final de 2006, atingia 1.460 MW.

O governo criou um subsídio (CDN\$ 0,01/kWh) para a fonte eólica e visa alcançar a meta de 4.000 MW instalados até 2010. Além do apoio federal, projetos regionais foram desenvolvidos, a exemplo de Ontário, onde são destinados subsídios a pequenos produtores que fazem uso de recursos renováveis (CDN\$ 0,11/kWh). Ontário também estabeleceu a meta de que 10% da geração de energia elétrica da província seja fornecida por recursos renováveis até 2010, sendo 80% dessa meta representada pela geração eólica.

México

A atual estimativa dos recursos eólicos disponíveis no país soma 5.000 MW.

O México tem planos para que nos próximos 10 anos sejam instalados 404 MW de geração eólica, em grupos de 101 MW. Há também projetos privados de mais de 400 MW que já receberam autorização da Comissão Reguladora da Energia. Um grande projeto será realizado por meio do *Instituto de Investigaciones Electricas* para avaliar o potencial eólico em determinadas regiões do país e para a construção de um Centro Tecnológico Eólico Regional.

IV - Países com grandes programas (Alemanha, China, Espanha, Estados Unidos e Índia): Esse grupo compreende países com grandes programas de desenvolvimento de geração eólica.

Exemplos:

Alemanha

O crescimento da capacidade de geração eólica deste país foi notável. Em 1991, eram apenas 110 MW e hoje a Alemanha é líder mundial nessa área. Esse surto de desenvolvimento ocorreu por força de uma legislação de incentivos implementada pelo Estado.

Em 1997, o *Federal Building Code* incluiu turbinas eólicas como “privilegiados projetos imobiliários”; em abril de 2000, foi criada a lei das fontes de energia renováveis (EEG); e em março de 2001, houve reformulação do modelo tarifário.

Até final de 2005, a capacidade instalada se situava em 18.428 MW, com 17.574 turbinas e representava, aproximadamente, 6% da produção de eletricidade da Alemanha. Até final de 2006, a capacidade instalada alcançou 20.621 MW.

Existe atualmente um parque eólico de 4,5 MW que opera no Mar do Norte e dois (2 MW e 2,5 MW) que operam no Mar Báltico. Mais de 30 projetos estão na primeira fase de construção.

No início de 2007, os alemães estimavam que a capacidade instalada de geração eólica pudesse chegar a 30.000 MW até 2010 e 48.000 MW até 2030.

O EEG tem proporcionado a principal motivação para o desenvolvimento da energia eólica. Para turbinas instaladas em 2005, é pago aos proprietários o montante de € 0.085/kWh. Para turbinas instaladas nos anos subseqüentes, a taxa básica sofre redução de 2% em cada ano, a fim de que o preço da energia eólica gradualmente se aproxime do preço de mercado da energia elétrica.

Além disso, o Ministério do Meio Ambiente alemão propôs que a Lei de Energia Renovável seja revista a fim de que projetos *offshore* recebam um pagamento (€ 0,091 por kWh) por sua produção durante 12 anos, ao invés dos atuais 9 anos. Atualmente, o pagamento é restrito a instalações que começaram a funcionar antes de 2006, mas pretende-se estender esta data para 1º de janeiro de 2008.

A indústria eólica alemã já emprega mais do que a da extração do carvão.

China

O país não só tem elevada demanda de energia, como uma histórica dependência por carvão e graves problemas ambientais. Para contornar essas dificuldades, o governo tem incentivado o uso de energias renováveis para abastecer parcelas cada vez maiores do mercado de energia elétrica.

O potencial eólico da China está estimado em cerca de 1.000 GW. A Lei de Energia Renovável destina-se a garantir facilidades financeiras, a fim de encorajar investidores privados e, conseqüentemente, acelerar o desenvolvimento da indústria eólica. Os objetivos estratégicos definidos pelo Gabinete de Energia da Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC) incluem instalar 4 GW de capacidade eólica até 2010 e 20 GW até 2020. As metas foram posteriormente aumentadas para 5 GW até 2010 e de 30 GW até 2020. No início de 2007, a meta para 2010 foi novamente revisada, passando para 8 GW.

Aparentemente estes objetivos poderão ser superados, com capacidade total de cerca de 10 GW em 2010 e de 54 GW até 2020. Entre 2000 até 2005, o setor apresentou crescimento anual de 30%.

A capacidade instalada está distribuída em cerca de 60 parques eólicos em 15 províncias. No final de 2006, a capacidade atingiu 2.630 MW. O tamanho das turbinas instaladas varia de 600 kW a 1,5 MW.

Os fabricantes nacionais acham-se hoje aptos a produzir turbinas de até 750 kW e várias turbinas de grande porte - 1,2 e 1,5 MW - estão sendo testadas.

Espanha

Estima-se que o potencial eólico do país seja de 15,1 GW. As primeiras instalações eólicas datam de 1994 e, em 2005, a capacidade já era de 10.028 MW.

O principal impulso por trás da energia eólica na Espanha foi o Plano de Energia Renovável 2005-2010, emitido pelo *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía* (IDAE), em julho de 2005. O Plano destinado às energias renováveis (incluindo as grandes centrais hidrelétricas) objetiva alcançar até 2010 a meta de suprir 29,4% da demanda elétrica com fontes renováveis. A meta para a capacidade eólica a ser instalada até 2010 foi fixada em 13.000 MW, e posteriormente revisada para 20.155 MW.

Além disso, existe um forte incentivo para a conexão dos parques eólicos ao mercado da eletricidade: o preço pago para a produção de eletricidade eólica está garantido para toda a vida útil da instalação. Quase todas as comunidades autônomas espanholas possuem capacidade eólica instalada. Essas comunidades têm planos ambiciosos para instalação de aproximadamente 37.000 MW de energia eólica entre 2010 e 2012.

Vários governos regionais também estão favorecendo a instalação de pequenas centrais eólicas (até 5 MW). Embora existam vários fabricantes estrangeiros de turbinas no mercado, a empresa nacional Gamesa tem 50% do mercado doméstico.

Desde 1992, o tamanho médio das turbinas eólicas têm aumentado, alcançando, em 2005, cerca de 1,3 MW.

Estados Unidos

A indústria americana de geração eólica tem mostrado progressos notáveis, com um aumento médio da capacidade instalada de 29% ao ano entre 2000 e 2005. Até o final de 2005, a capacidade instalada de energia eólica situava-se em 9.149 MW e no fim de 2006 era de 11.603 MW.

O país planeja, até 2010, ter pelo menos 30 estados com mais de 100 MW de geração eólica instalados. Embora a energia eólica só forneça cerca de 0,3% do total da produção de eletricidade, estima-se que o potencial eólico americano possa garantir o atendimento de até 20% do seu consumo de eletricidade.

O crédito fiscal federal de produção (PTC) teve um papel significativo no crescimento dessa geração. Verificou-se uma correlação positiva entre o fornecimento do crédito (de US\$ 0.019/kWh para os primeiros 10 anos de produção) e a expansão da capacidade. Nos anos em que o crédito não foi fornecido (2000, 2002 e 2004) houve apenas um pequeno aumento da capacidade. Em 2005, o *Federal Energy Policy Act* (EPAct) prorrogou o crédito até o final de 2007.

Ademais, outros incentivos federais (deduções, empréstimos, subvenções, assistência técnica e financeira) e programas estaduais (fixação de preços verdes, incentivos fiscais e de investimentos) foram implementados para garantir a continuidade do crescimento da indústria eólica.

O Programa de Energia Eólica americano tem três focos: (i) estudar a implantação de turbinas eólicas de baixa velocidade em vastas áreas do território que possuam velocidades não muito altas dos ventos; (ii) estudar as áreas adequadas para instalações eólicas em águas rasas e profundas (estima-se que os EUA têm 1.000 GW de potencial eólico situado entre 5 e 50 milhas marítimas a partir da orla costeira - incluindo a região dos Grandes Lagos); e (iii) desenvolver tecnologias inovadoras (como combinar turbinas eólicas com eletrolisadores para produzir hidrogênio - projeto SeaCon, lançado em 2006).

Nos EUA, o Departamento de Energia (DoE) trabalha em parceria com a indústria eólica para desenvolver tecnologias competitivas para o aproveitamento desta fonte. O programa de energia eólica do DoE veio promover a exportação de equipamentos e sucessivos recordes de crescimento setorial.

Índia

O programa indiano de energia eólica foi iniciado em 1983-1984. Em 1985, uma extensa avaliação dos recursos eólicos foi realizada, sinalizando o início do aproveitamento desta e outras fontes renováveis de energia.

A Índia dispõe de um Centro de Tecnologia de Energia Eólica (C-WET), que é uma instituição autônoma voltada para o desenvolvimento dessa fonte no país.

Estimativas sobre os recursos eólicos da Índia indicam o potencial de 45.000 MW. Em termos de capacidade instalada, a Índia ocupa o quarto lugar no mundo, depois da Alemanha, da Espanha e dos EUA. No fim de 2005, a capacidade instalada situava-se em 4.434 MW. Até final de setembro de 2006, a capacidade instalada já tinha crescido para 6.018 MW.

O forte crescimento no mercado indiano de energia eólica deve continuar, como resultado de uma série de incentivos financeiros do Governo, incluindo isenção fiscal sobre as vendas de energia.

Fonte: 2007 Survey of Energy Resources - World Energy Council

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANAEEEL). **Atlas de energia elétrica 2005**. Brasília, 2005.

_____. **Cronograma de eventos do Proinfa**. Brasília, 2008.

_____. **Resumo geral das usinas**. Brasília, 2008.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Atlas Eólico do Brasil 2001**. Brasília, 2001.

COTRIM, John. Primeiro Presidente de Furnas Centrais Eletricas. In: FIGUEIREDO, Carlos Senna. Suprimento de Energia Elétrica no Estado do Rio de Janeiro. In: CICLO DE CONFERENCIAS DO TCE. Rio de Janeiro, 26 jun. 1995. Rio de Janeiro: TCE, 1995.

CUENOT, Boris; GRAFF, Christophe. **Une Énergie Renouvelable En Plein Essor; L'Énergie Éolienne**: Sciences Industrielles, Em: Les Compagnons D'Éole. Belgica, 1998

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind 2007**. 2nd. Ed. United States, 2008.

PERFORMANCE Trends: 2006. United States: U.S.Doe, 2007.

THE POWER and the glory: a special report on energy. **The Economist**, England, Jun. 21st, 2008.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciencia, 2003.

U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Annual Report on U.S. Wind Power Installation, Cost, and Performance Trends**: 2006. United States: U.S.Doe, 2007.

WORLD ENERGY COUNCIL (WEC). **2007 Survey of Energy Resources**. United Kingdom, 2007

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI

Conselho de Infra-estrutura da CNI

José de Freitas Mascarenhas

Presidente

Diretoria Executiva - DIREX

José Augusto Coelho Fernandes

Diretor

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor de Operações

Marco Antonio Reis Guarita

Diretor de Relações Institucionais

Unidade de Competitividade Industrial – COMPI

Augusto Jucá

Gerente-Executivo

GERÊNCIA DE INFRA-ESTRUTURA

Wagner Cardoso

Gerente

Equipe Técnica

Carlos Senna Figueiredo

Ilana Dalva Ferreira

Luciana dos Santos Nunes

Núcleo de Editoração CNI

Projeto Gráfico/Editoração

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC

Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Renata Lima

Normalização

Área Compartilhada de Apoio Administrativo – ACADM

Reprografia

Impressão e acabamento



www.cni.org.br