



Análise regional da energia eólica no Brasil

Jose Jakson Amancio Alves¹

Resumo

Diante do cenário mundial de mudanças climáticas, a importância das energias renováveis cresce cada vez mais, nos espaços de planejamentos governamentais sobre suas matrizes energéticas. No Brasil o potencial eólico tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica. Convém lembrar que a região Nordeste foi uma das pioneiras na instalação de energia eólica para aproveitamento na geração de energia elétrica. As instalações já em operação mostram uma importante iniciativa tanto das concessionárias brasileiras responsáveis pelos projetos experimentais como das empresas autoprodutoras de energia que, dentro do novo cenário do setor elétrico, investem no desenvolvimento do aproveitamento eólico para geração de energia. Para o campo de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, as figuras do autoprodutor e do produtor independente são fundamentais na expansão desse setor, e na promoção de uma matriz energética sustentável.

Palavras-chave: Energia Eólica, Marco Regulatório, Proinfa, Proeólica, Legislação

Recebimento: 10/11/2009 • Aceite: 11/10/2009

¹ Pesquisador do Grupo de Estudos em Recursos Naturais - GERN, Prof. Dr. do Curso de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Bairro Areia Branca - PB 75, km 1, CEP: 58200-000 - Guarabira - Paraíba, Fone: 83 3271.4080 - Fax: 83 3271.3322 jaksonamancio@uepb.edu.br - jaksonamancio@hotmail.com

Regional analysis of the wind energy in Brazil

Abstract

Before the world scenery of climatic changes, the importance of the renewable energies grows more and more, in the spaces of government planning's on your energy head offices. In Brazil the wind potential has been waking up the several manufacturers' interest and representatives of the principal countries involved with win energy. He suits to remind that the Northeast area was one of the pioneers in the installation of wind energy for use in the electric power generation. The facilities already in operation they show an important initiative so much of the concessionary responsible Brazilians for the experimental projects as of the companies' solemnity-producing of energy that, inside of the new scenery of the electric section, they invest in the development of the use wind for generation of energy. For the field of development of the wind energy in Brazil, it represents them of the auto producer and of the independent producer they are fundamental in the expansion of that section, and in the promotion of a maintainable energy head office.

Keywords: Wind Energy, Regulating Term, Proinfa, Proeólica, Legislation

Introdução

A energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como a energia cinética formada nas massas de ar em movimento. Seu aproveitamento é feito por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação. Para a produção de energia elétrica, são utilizadas turbinas eólicas, também conhecidas como aerogeradores, e para a realização de trabalhos mecânicos, cata-ventos de diversos tipos (Alves, 2006).

As primeiras experiências para geração de eletricidade por meio dos ventos surgiram no final do século XIX. Em 1976, menos de um século após o início dos estudos, a primeira turbina eólica comercial foi ligada à rede elétrica pública, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30.000 MW de capacidade instalada no mundo. A maioria dos projetos está localizada na Alemanha, na Dinamarca, na Espanha e nos Estados Unidos. No Brasil, os primeiros anemógrafos computadorizados e sensores especiais para medição do potencial eólico foram instalados no Ceará e em Fernando de Noronha - PE, no início dos anos 1990.

Dados do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro apontam que o potencial eólico brasileiro é de 143.000 MW, sendo que 7.694,05 MW já foram autorizados. Atualmente, as usinas em operação têm capacidade instalada para gerar apenas 26,8 MW. O estado do Ceará participa com quase 65% dessa capacidade. As áreas com maior potencial eólico encontram-se nas regiões Nordeste (Zona Litorânea), Sul e Sudeste (CBEE, 2006).

Estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh/ano, o que significa mais de 30 vezes o atual consumo mundial de eletricidade. Desse potencial, no mínimo 10% é tecnicamente aproveitável, o que corresponde à cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade.

No Brasil as regiões Nordeste e Norte são considerados as áreas com os melhores potenciais para aplicações em energia eólica no Brasil, pois apresenta várias vantagens importantes na opção pelo investimento em geração de energia eólico-elétrica. Várias instituições se empenham no mapeamento eólico de ambas as regiões, principalmente na costa litorânea, onde se observam fortes e constantes ventos praticamente durante todo o ano. Estudos feitos pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) e pela Companhia Elétrica do Ceará (COELCE) mostram que a costa nordestina, entre o Rio Grande do Norte e o Ceará, apresenta um recurso eólico estimado da ordem de 12.000 MW (CHESF-COELCE, 1996). Convém lembrar

que a região Nordeste foi uma das pioneiras na instalação de energia eólica para aproveitamento na geração de energia elétrica.

Não obstante a rica potencialidade em vento nessas regiões, o investimento em energia eólica no Brasil foi norteado principalmente pela presença do Produtor Independente de Energia, em face de flexibilidade proporcionada pela legislação do setor elétrico em curso. Os valores apresentados para as instalações em operação hoje no Brasil ainda se mostram modestos, frente às metas que foram estipuladas em 2005 no Fórum Permanente, na Declaração de Belo Horizonte. As instalações já em operação mostram uma importante iniciativa tanto das concessionárias brasileiras responsáveis pelos projetos experimentais como das empresas Auto-Produtoras de Energia que, dentro do novo cenário do setor elétrico, investem no desenvolvimento do aproveitamento eólico para geração de energia.

Existem vários argumentos que tornam a tecnologia eólica uma das promissoras fontes de energia para a matriz energética brasileira. A ELETROBRÁS tem estudado várias formas de aproveitamento eólico no Brasil e estima que aproximadamente 630 MW em projetos em energia eólica serão instalados em várias regiões do Brasil (Alves, 2006a). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), como instituição responsável pela regulação do setor elétrico, vem trabalhando intensamente na criação de incentivos para a difusão da energia eólica no Brasil. Mesmo com o novo cenário de privatizações do setor elétrico e a inclusão de novas formas de tarifas governamentais e reforço na rede e na transmissão de energia.

Por fim, a finalidade central desse trabalho é exibir um diagnóstico da energia eólica, seus marcos regulatórios e sua posição no cenário Nacional de energias renováveis, enfatizando sua importância para a consolidação de uma matriz energética sustentável para o Brasil.

Cenário da energia eólica no Brasil

A importância do potencial eólico no Brasil tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica. A excelente qualidade nos níveis de radiação solar e ventos fortes, principalmente na costa nordestina, fazem com que o Brasil seja um ponto estratégico para a entrada de novas tecnologias para a América Latina. A própria presença da Wobben Wind Power no Brasil mostra o grande interesse no mercado eólico da América do Sul dentro das perspectivas de expansão desse mercado.

Um dos projetos pioneiros voltados para a disseminação de informações sobre energia eólica para o Brasil e América Latina foi promovido pela *Car Duisberg Gesellschaft* (CDG), Fundação Internacional de Treinamento e Desenvolvimento da Alemanha. Em sua primeira reunião realizada na cidade de Buenos Aires, na Argentina, nos dias 14 e 17 de abril de 1999, estiveram presentes vários profissionais envolvidos com energia eólica no Brasil e Argentina. O objetivo do Encontro foi desenvolver um planejamento para divulgação da energia eólica nos dois países e identificar o treinamento necessário para divulgação e o treinamento necessário para a implementação da tecnologia eólica para geração de energia elétrica. Além disso, foram identificados os parceiros que facilitaria o desenvolvimento de atividades abordando as várias linhas de estudos da energia eólica em cada país (Alves, 2006b).

As considerações feitas por Bittencourt (2000) e Alves (2001) mostraram que existe a possibilidade de se complementar a oferta de energia elétrica de fonte hídrica através da energia eólica. A tendência de estabilização sazonal na oferta de energia utilizando a energia eólica como complemento foi comprovado ao se estudar o nível médio de vazão dos rios a algumas usinas da região Nordeste e na região Sul. O período onde existe a menor vazão dos rios é onde ocorrem as melhores incidências de vento.

A geração de energia complementar tem se mostrado um tema de grande interesse uma vez que o consumo de energia elétrica no Brasil apresenta expectativas de crescimento de 5% a.a. O crescimento do consumo e a busca de novas fontes de energia, desafios presentes no setor elétrico atual faz com que a energia eólica seja uma opção cada vez mais presente nos novos projetos de geração e expansão.

A criação da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEE) mostra o interesse de entidades e profissionais brasileiros envolvidos em energia eólica no crescimento da penetração dessa tecnologia no mercado Nacional de geração de energia elétrica. A grande meta executiva da ABEE está em contribuições efetivas para se alcançar à viabilidade de implementação de 1.000 MW em energia eólica no Brasil até 2005.

Tabela 1: Distribuição dos estados e as metas de potências a serem instaladas até o ano 2005

ESTADO	POTÊNCIA (MW)	META GERAL (%)
Maranhão	100	10
Piauí	50	5
Ceará	200	20
Rio Grande do Norte	200	20
Pará	50	5
Pernambuco	150	15
Alagoas	50	5
Sergipe	50	5
Bahia	100	10
Minas Gerais	50	5
Total	1.000	100

Fonte: Notas da reunião MCT (1999), Adaptado por ALVES (2006).

Diversas empresas estrangeiras já mostram grandes interesses em estudos de viabilidade técnica para implementar grandes parques eólicos no Brasil. A empresa ABB já se mostra interessada na instalação de um parque eólico de 200 MW ao longo da costa do Ceará. Esse empreendimento visa à utilização de tecnologia desenvolvida pela empresa em modelos com potência de 3 MW. Com novas tecnologias aplicadas nas pás e nos sistemas de cabos, entre outras, espera-se um custo bem abaixo da média mundial de US\$ 1.000/kW instalados. O grupo Thyssen/Krupp e a Negmicon também se mostra interessados no mercado eólico Nacional, pois desde 1998 vêm desenvolvendo o projeto de um parque eólico de 100 MW para o Ceará. Com a parceria da empresa Nacional Braselco, responsável pelas negociações com o governo federal, governos estaduais e concessionárias de energia, o Projeto encontra-se em fase de negociação do *Power Purchase Agreement* (PPA) com a COELCE e com os proprietários dos terrenos onde serão instaladas as máquinas.

Por fim os avanços legislativos dos últimos anos, no sentido de melhor definição das regras de comercialização, têm propiciado novas expectativas para o setor, porém, deve ser enfatizados que à procura de melhores condições de financiamento, juntamente com uma

legislação que assegure a compra da energia gerada é o que tornará possíveis novos projetos de geração eólica no Brasil.

Energia eólica no Brasil

O Brasil é um país que possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, com a participação de 43,8% das energias renováveis no total de energia consumida. Se comparado com a média mundial, o país posiciona-se na vanguarda do setor energético mundial, com uma utilização sustentável dos seus recursos naturais. A Tabela 2 exibe a matriz elétrica brasileira, com a situação ajustada em janeiro 2006.

Verifica-se nessa Tabela 2 que as fontes renováveis de energia respondem por 73% da produção, sendo aproximadamente 70%, referente ao grande potencial hidráulico brasileiro, o que possibilita ao país a produção de uma energia limpa e a baixo custo. A Tabela 2 sumariza as informações referentes à matriz elétrica brasileira, divulgadas em janeiro de 2006, pela ANEEL.

Elas fornecem uma visão bastante nítida sobre a participação das fontes renováveis de energia, com a hidroeletricidade e, em particular, a eólica que representa apenas 0,03%. No Brasil, a fonte de energia hidráulica é predominante e encontra-se atualmente representada por três classes distintas de empreendimentos: as Mini Centrais Hidrelétricas – mCHs ($P \leq 1.000$ kW), as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs (1.000 kW $< P \leq 30.000$ kW) e as Usinas Hidrelétricas – UHEs ($P > 30.000$ kW).

Tabela 2: Matriz elétrica brasileira e empreendimentos em operação
EMPREENHIMENTOS EM OPERAÇÃO

Fonte		Capacidade Instalada			Total		
		N.º de Usinas	[kW]	%	N.º de Usinas	[kW]	%
Hidráulica	mCH	187	99.483	0,10	596	73.137.408	70,7
	PCH	260	1.329.900	1,33			
	GCH	149	71.659.749	69,30			
Gás	Natural	70	9.865.654	9,54	96	10.791.402	10,4
	Processo	26	925.748	0,90			
Petróleo	Óleo Diesel	491	3.434.555	3,32	509	4.598.525	4,45
Biomassa	Óleo Residual	18	1.163.970	1,13	259	3.250.769	3,1
	Bagaço de Cana	219	2.240.890	2,17			
	Licor Negro	13	782.617	0,76			
	Madeira	23	200.832	0,19			
	Biogás	2	20.030	0,02			
	Casca de Arroz	2	6.400	0,01			
Nuclear		2	2.007.000	1,94	2	2.007.000	1,9
Carvão Mineral		7	1.415.000	1,37	7	1.415.000	1,4
Eólica		10	28.550	0,03	10	28.550	0,03
TOTAL		1.479	95.228.654	92,10	1.479	95.228.654	92,10
Importação	Pa	-	5.650.000	5,46	-	8.170.000	7,90
	raguai	-	2.250.000	2,18			
	gentina	-	200.000	0,19			
	nezuela	-	70.000	0,07			
	uguai	-					
TOTAL IMPORTAÇÃO	C/	1.479	103.398.654	100,00	1.479	103.398.654	100,00

Fonte: Banco de Informações de Geração da ANEEL – janeiro/2006.

Capacidade de Geração Eólica no Brasil

No ano de 2001 durante uma grande crise energética no Brasil, assistiu-se a uma verdadeira corrida de empreendedores interessados em investir na construção e operação de usinas eólica no Brasil. A região Nordeste, por todo o seu potencial de ventos, apresenta atrativos para o uso de energia eólica do litoral dos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, onde se concentrou a atenção dos investidores.

A ANEEL recebeu diversos pedidos de análise de empreendimentos de geração eólica que, somados, alcançam um total de 3,3 GW de potência. Esse aumento de solicitações deveu-se em grande parte à Resolução 24/2001 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, que criou o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), com o objetivo de viabilizar a implantação de 1.050 MW, até dezembro de 2003, a partir da geração eólica. Assim, os empreendimentos que fossem autorizados pela ANEEL e que entrassem em operação comercial até dezembro de 2002, teriam incentivos econômicos especiais. A Tabela 3 exibe a relação das usinas eólicas autorizadas pela ANEEL.

Tabela 3: Usinas eólicas autorizadas pela ANEEL

EMPREENHIMENTO	ANO DA AUTORIZAÇÃO	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	POTÊNCIA (MW)	STATUS
Prainha	1998	Ceará	10,000	Em operação
Taíba	1998	Ceará	5,000	Em operação
Palmas	1999	Fernando Noronha	de 2,500	Em operação
Fernando de Noronha	1999	Fernando Noronha	de 0,075	Em operação
Morro do Camelinho	2000	Minas Gerais	1,000	Em operação
Beberibe	2001	Ceará	25,000	Em construção

Fonte: MME (2006)

O aumento de pedidos de projetos para serem analisados pela ANEEL de 2001 para 2004 é constatado na Tabela 4. O estado que se destacou em solicitação foi o Ceará com quatro novos projetos, enquanto, a Paraíba foi apenas uma. Porém, quando é analisado em função da potência, esses números tornam-se pouco significativos, pois salta do patamar de 2,4 MW em 2001, para 912,28 MW (27%) em 2002 e 1.554,8 MW em 2003 (47%) e reduzindo em 2004 (26%) para apenas 850

MW. Esse “boom” da potência em 2003, sendo o ano chave na contemplação e incentivos para os empreendedores que começassem a colocar em operação os seus empreendimentos. Isso implica que a expansão das fontes de energia elétrica, em especial, a eólica, depende de incentivos, que no caso do Brasil, só o estado pode oferecer através dos seus diversos mecanismos regulatório de políticas energéticas.

Tabela 4: Projetos em análise na ANEEL

ANO	ESTADO	POTÊNCIA (MW).
2001 (2,4 MW)	CE	2,4
	CE	305,70
	PB	5,28
2002 (912,28 MW)	PE	19,80
	PI	10,50
	RN	571,00
	BA	120,00
2003 (1.554,8 MW)	CE	756,40
	PE	120,00
	RN	558,40
	BA	100,00
2004 (850 MW)	CE	310,00
	PE	240,00
	RN	200,00
TOTAL		3.319,48

Fonte: MME (2006)

Desde o início de sua criação, a ANEEL vem trabalhando em parceria com Centros de Referência em Energias Renováveis e Universidades, na execução de estudos que venham proporcionar condições para aumentar a oferta de energia. E, também, buscando a democratização do acesso a energia em suas formas mais adequadas, favorecendo a geração de empregos e a melhoria na qualidade de vida da sociedade. O primeiro trabalho de parceria com o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) da UFPE, foi à publicação do Atlas Eólico da Região Nordeste que identifica locais da região onde é propício o desenvolvimento dessa fonte de energia. Um exemplo aplicado dessa tecnologia foi desenvolvido no Arquipélago de Fernando de Noronha, também uma parceria de ANEEL com o CBEE e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com a instalação de uma central eólica de 300 kW, que, interligada à rede da CELPE, contribuirá com cerca de 2% da energia consumida na Ilha.

Tabela 5: Empreendimentos em operação

Tipo	Quantidade	Potência outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Potência Fiscalizada (%)
	193	102.443	101.996	0,11
GH	12	130.250	127.850	0,13
OL	265	1.402.023	1.370.513	1,43
CH	1	20	20	0
OL	155	73.071.695	71.571.901	74,75
HE	939	23.895.931	20.565.215	21,48
TE	2	2.007.000	2.007.000	2,10
TN	1.567	100.609.362		
total			95.744.495	100

Fonte: MME (2006)

Tabela 6: - Empreendimentos em construção

TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA OUTORGADA (KW)	%
CGH	1	848	0,02
EOL	3	109.000	3,12
PCH	47	738.142	21,15
UHE	8	1.735.500	49,74
UTE	18	905.978	25,96
Total	77	3.489.468	100

Fonte: MME (2006)

Tabela 7: Empreendimentos outorgados entre 1998 e 2005, que não iniciaram as suas construções

TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA OUTORGADA (KW)	%
CGH	61	40.901	0,17
EOL	109	4.691.943	19,92
PCH	214	3.383.531	14,37
UHE	29	5.914.200	25,11
UTE	92	9.521.444	40,43
Total	505	23.552.019	
			100

Fonte: MME (2006)

No Brasil, o total atual é de 1.567 empreendimentos em operação de energias renováveis, como pode ser observado na Tabela 5. Com a geração de 95.744.495 kW de potência, são previstos para os próximos anos, a adição de 27.041.487 kW na capacidade de geração do país, provenientes dos 77 empreendimentos atualmente em construção (Tabela 6) e mais 505 outorgadas (Tabela 7). A Potência Outorgada é igual à considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual à considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Alves (2006c) realizou uma avaliação de todos os empreendimentos de energias renováveis na matriz energética brasileira desde 1998 até o ano de 2005, que possibilitou traçar um prognóstico atual da energia eólica no país. Foi definido definir três cenários nesse trabalho, em face das informações disponibilizadas pelo Ministério das Minas e Energias do Brasil, sendo eles: Cenário I – Dos Empreendimentos em Operação; Cenário II – Dos Empreendimentos em Construção e, Cenário III – Dos Empreendimentos que não iniciaram sua construção entre 1998 e 2005.

No caso a energia eólica o Organograma 1 exhibe a participação da energia eólica na matriz energética brasileira, com detalhamentos dos cenários, potência em kW e “ranking”. Com base nesse organograma foram extraídas as seguintes considerações para a energia eólica:

Organograma 1: Participação da energia eólica na matriz energética brasileira

		CENÁRIO I		
		Usinas em		
		Operação		
Cenário	Participação	no	Energia Eólica	Ranking
			Potência kW	
	0,13 %		127.850 kW	5° Lugar na Matriz
		CENÁRIO II		
		Usinas em		
		Construção		
Cenário	Participação	no	Energia Eólica	Ranking
			Potência kW	
	3,12%		109.000 kW	4° Lugar na Matriz
		CENÁRIO III		
		Usinas que não		
		estão em Construção		
Cenário	Participação	no	Energia Eólica	Ranking
			Potência kW	
	19,92%		4.691.943 kW	3° Lugar na Matriz

Fonte: Alves, 2006.

- Sobre o Ranking: encontra-se em 3° lugar entre os empreendimentos que deveria ter começado sua construção, em 4° lugar daqueles que estão ainda em construção e 5° lugar daqueles que estão em operação. Entende-se, assim, que ocorre certa diminuição dos empreendimentos de energia eólica que deveria já se encontrar em operação.
- Sobre a Potência em kW: o quadro se agrava muito mais dentre as renováveis, pois a defasagem em relação aos que já estão em operação é de 4.564.093 kW, o que representa 2,8% apenas da potência atual em operação.
- Sobre a participação no cenário: de certa forma esse indicador escolhido para contribuir com essa análise já é resultado direto da fundamentação feita nos dois primeiros cenários. Apenas acrescenta que se todos os empreendimentos em energia eólica outorgada se encontrassem em operação, o Brasil teria hoje uma participação de 19,2% de energia eólica em sua matriz renovável. Essa condição apresentada tornaria o Brasil um país com uma matriz energética relativamente sustentável,

totalmente predominante e diversificada de energias renováveis, em especial a energia eólica. Além disso, seria uma condição extremamente satisfatória para a atração de mais investimentos e expansão dessa fonte abundante no país.

No trabalho não são analisadas as razões que promoveram as circunstâncias específicas para que os empreendimentos dos totais outorgados entrassem em fase de operação. Porém, essa situação expõe a fragilidade da energia eólica na matriz energética brasileira, pois sua participação das renováveis em operação a coloca em 5º lugar.

O Brasil, necessariamente, deveria produzir um aumento em média de 0,70% ao ano de potência eólica inserida na sua matriz. É pouco provável alcançar esse patamar, pois os dados nos cenários I, II e III revelam certa queda nos interesse em investir na energia eólica, como por exemplo, os altos índices de empreendimentos que foram contemplados pela outorga, mais que ainda não começaram a ser construídos.

Marco regulatório das energias renováveis: energia eólica

A inovação tecnológica tem exercido um papel central para a evolução e o avanço do setor energético (Sagar & Holdren, 2002). De fato, ainda continuam a necessidade de maiores avanços científicos e tecnológicos para enfrentar o desafio energético (Anderson, 2000), social, ambiental (Holdren & Smith, 2000), presente e futuro, como resultado do paradigma tecnológico das últimas três décadas. O desafio é garantir o suprimento adequado de energia a baixo custo e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais negativos locais, regionais e globais. No entanto, é preciso ter em mente os limites existentes do papel do conhecimento da legislação para a solução dos desafios energéticos. No tocante a energia eólica, basicamente destaca-se a criação e as regras do PROINFA e do PROEÓLICA. Dentre os demais atos, encontram-se aberturas para o campo de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, a partir da figura do autoprodutor e do produtor independente.

Alves (2006d) após analisar 48 atos legislativos, entre a Constituição de 1988 e a REM-ANEEL de 2005 das leis relacionadas com o setor elétrico brasileiro encontrou como resultado, que a política energética no Brasil é voltada principalmente para a Flexibilização (41% dos atos) e políticas de Incentivo (40% os atos). Essa realidade é oriunda da leitura os 48 atos da legislação brasileira. Constatou-se, também, na legislação, que esses parâmetros evidenciados (Flexibilização e Incentivo) desecandeou a relevância da

institucionalidade, ou do arcabouço regulatório da política Nacional no tocante a instigar uma matriz renovável.

Conseqüência desse marco regulatório foi à criação de um ambiente facilitador a configuração de novos agentes no mercado brasileiro de energia elétrica, iniciando com a Lei n° 9.074 de 1995 e, por conseqüência, a entrada de novas tecnologias e aproveitamento de fontes renováveis de energia. Nela é criada a figura do Produtor independente de energia, definido como, a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. O decreto n° 2003/1996, que regulamenta a referida lei, fixa regras que dá forma à figura do produtor independente de energia, diferenciando do denominado Autoprodutor de Energia Elétrica, definido em Lei como, a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo. Com esse decreto, é garantida a utilização e a comercialização da energia produzida, tanto ao produtor independente de energia quanto ao autoprodutor que passaram a ter garantido o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição de concessionários ou permissionários de serviço público de energia elétrica, mediante o ressarcimento do custo de transporte envolvido. Esse decreto, em seu artigo 23, define quais os possíveis clientes a terem seu abastecimento de energia promovido por um produtor independente de energia para:

I - concessionários de serviço público de energia elétrica;

II - consumidor de energia elétrica, nas condições estabelecidas nos artigos 15 e 16 da Lei n° 9074/1995;

III - consumidores de energia elétrica integrante de complexo industrial ou comercial, aos quais forneça vapor ou outro insumo oriundo de processo de cogeração;

IV - conjunto de consumidores de energia elétrica, independentemente de tensão e carga, nas condições previamente ajustadas com o concessionário local de distribuição;

V - qualquer consumidor que demonstre ao poder concedente não ter o concessionário local lhe assegurado o fornecimento no prazo de até 180 dias contado da respectiva solicitação.

Os artigos 15 e 16 da Lei no 9074/1995 tratam da regulamentação das condições necessárias para que um consumidor possa ser considerado “consumidor livre”. Esse consumidor é definido como aquele que ao apresentar (na primeira etapa da aplicação da lei) uma carga instalada superior a 10 kW, atendido por uma tensão nunca

inferior a 69 kV, ficando facultado o direito de opção de compra, total ou parcial, de um produtor independente de energia elétrica. A lei estabeleceu que passado um período de três anos os consumidores livres poderão ampliar seu leque de opção de compra também aos concessionários, permissionários ou autorizados de energia elétrica do sistema. Cinco anos após a publicação da lei passam a ser considerados como consumidores livres todos aqueles consumidores com potência instalada superior a 3 MW a uma tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV. Fica definido também que passados oito anos de cumprimento da Lei, o poder concedente poderá reduzir os limites de carga e tensão que condiciona o enquadramento como consumidor livre.

Em 1996, a lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, criou a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, cuja finalidade se expressa no Art. 2 “A Agência Nacional de Eletricidade tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal”. No que se refere a incentivos às fontes renováveis, essa mesma Lei, em seu artigo 26, estabelece que a ANEEL estipule percentual de redução não inferior a 50%, a ser aplicado aos valores das tarifas de usos dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição nos encargos de forma a garantir a competitividade à energia ofertada pelos aproveitamentos de potencial hidráulico de potência superior a 1000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW.

Em 1º de outubro de 1999 a resolução nº 281 da ANEEL, em seu artigo 22, deu nova redação a Lei nº 9.427 de 1996, ampliando a isenção desses encargos a outras tecnologias renováveis, a saber, o aproveitamento de potencial hidráulico de potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinado à produção independente ou autoprodução de energia elétrica, mantidas as características de pequena central hidrelétrica, e para os empreendimentos a partir de fontes eólicas e empreendimentos termoeletrônicos a partir de fonte de biomassa e de cogeração qualificada, cuja capacidade instalada esteja dentro dos referidos limites de potências, a ANEEL estipulará, no ato autorizativo, o percentual de redução de 50% (cinquenta por cento), a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição. A resolução também estabeleceu, em caráter excepcional, a isenção total desses encargos para os empreendimentos que viessem a entrar em operação até o dia 31 de dezembro de 2003.

A Política Energética Nacional foi configurada pela Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997. Nela se pode inferir que as atenções,

quanto ao aproveitamento das fontes de energia renováveis, estão materializadas no seu artigo 10, com os seguintes objetivos:

- I – preservar o interesse nacional;
- II – promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos.
- III – proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos.
- IV – proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia;
- VII – identificar as soluções mais adequadas para o suprimento da energia elétrica nas diversas regiões do país,
- VIII – utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis.

Com base nos atrativos para a adoção das tecnologias de geração elétrica a partir de recursos renováveis, é possível afirmar que eles se coadunam com os objetivos traçados para a política energética nacional. Tais atrativos estão alicerçados nas vantagens ambientais e na possibilidade de diversificação das fontes de energia, permitindo, por sua dinâmica, criar as condições necessárias à adoção de um modelo descentralizado de geração. A descentralização da matriz de geração elétrica favorece a criação de emprego e geração de renda, o que por sua vez contribui marcadamente para o desenvolvimento regional. A busca desses resultados não está restrita à política energética nacional, mas sim, em síntese, de todos os mecanismos de intervenção social alavancados pelo estado.

Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA)

A Resolução n° 24, de 2001, da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica 43 - GCE, criou o Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA, definido em Lei como um programa que prevê incentivos que asseguram por quinze anos a compra, pela ELETROBRAS, da energia produzida pelas Usinas Eólicas que entrassem em operação até dezembro de 2003. O objetivo era também promover o aproveitamento dessa fonte de energia como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental através de ações que pudessem viabilizar, até dezembro de 2003, a implantação de 1.050 MW de geração de energia elétrica a partir da energia eólica, o equivalente a 50 vezes a atual capacidade instalada.

O valor de compra da energia gerada pelo PROEOLICA seria equivalente ao valor de repasse para as tarifas, relativo ao Valor

Normativo da fonte eólica estabelecido conforme regulamentação da ANEEL. Os custos relacionados ao volume de energia comprada pela ELETROBRAS seriam repassados às concessionárias de distribuição do sistema interligado de forma compulsória na proporcionalidade dos seus mercados realizados no ano anterior. O PROEOLICA, contudo, não foi capaz de viabilizar a entrada emergencial de novos projetos eólicos, mas favoreceu a entrada de muitas empresas internacionais que atuam na promoção das fontes renováveis, gerando assim a necessidade da estruturação de uma legislação, de caráter duradouro, que venha efetivar o desenvolvimento do mercado de energias renováveis no Brasil.

Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

O PROINFA é um importante instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. O Programa, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100MW de cada fonte.

Criado em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438, o PROINFA foi revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que assegurou a participação de um maior número de estados do Programa, o incentivo à indústria nacional e a exclusão dos consumidores de baixa renda do pagamento do rateio da compra da nova energia. O PROINFA conta com o suporte do BNDES, que criou um programa de apoio a investimentos em fontes alternativas renováveis de energia elétrica. A linha de crédito prevê financiamento de até 70% do investimento, excluindo apenas bens e serviços importados e a aquisição de terrenos. Os investidores terão que garantir 30% do projeto com capital próprio. A Eletrobrás, no contrato de compra de energia de longo prazo, assegurará ao empreendedor uma receita mínima de 70% da energia contratada durante o período de financiamento e proteção integral quanto aos riscos de exposição do mercado de curto prazo. Os contratos terão duração de 20 anos e envolverão projetos selecionados que devem entrar em operação até dezembro de 2006.

Com a implantação do PROINFA, estima-se que serão gerados 150 mil empregos diretos e indiretos durante a construção e a operação dos empreendimentos. Os investimentos previstos do setor privado são

da ordem de R\$ 8,6 bilhões. Uma das exigências da Lei nº10. 762 é a obrigatoriedade de um índice mínimo de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos. O Brasil detém as tecnologias de produção de maquinário para uso em PCHs e usinas de biomassa, que está avançando na tecnologia eólica, com duas fábricas instaladas, uma no Sudeste e outra no Nordeste do País.

Os critérios de regionalização, previstos na Lei nº 10.762, estabelecem um limite de contratação por estados de 20% da potência total destinada às fontes eólicas e biomassa e 15% para as PCHs, o que possibilitam a todos os estados que tenham vocação e projetos aprovados e licenciados. A limitação, no entanto, é preliminar, já que, caso não venha a ser contratada a totalidade dos 1.100 MW destinados a cada tecnologia, o potencial não-contratado será distribuído entre os estados que possuem as licenças ambientais mais antigas. Para participarem do Programa, os empreendimentos terão de ter licença prévia de instalação.

Em relação ao abastecimento de energia elétrica do país, o PROINFA é um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica, responsável por mais de 90% da geração do País. Na região Nordeste, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico, já que o período de chuvas é inverso ao comportamento dos ventos. O mesmo ocorrerá com a biomassa nas regiões Sul e Sudeste, onde a colheita de safras propícias à geração de energia elétrica (cana-de-açúcar e arroz, por exemplo) ocorre em período diferente do chuvoso. A produção de 3,3 mil MW, a partir de fontes alternativas renováveis, dobrará a participação na matriz de energia elétrica brasileira das fontes eólicas, biomassa e PCH, que atualmente respondem por 3,1% do total produzido e, em 2006, podem chegar a 5,9%.

Apesar da desaceleração no ritmo de investimentos públicos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como foi evidenciado na análise dos atos institucionais, o crescimento das fontes renováveis foi bem superior ao das fontes convencionais. Segundo AIE (2000) as tecnologias eólicas de maior eficiência já conseguiram ser competitivas, em termos de custo por kWh, com as usinas termelétricas a gás natural em ciclo combinado ou usinas a carvão mineral. Enquanto a primeira apresentou taxa de progresso técnico de 82% entre 1980 e 1995, as usinas a gás natural e a carvão apresentam taxas de 96 e 97%, respectivamente. Ou seja, conseguem reduzir apenas 3 e 4% de seus custos. A conclusão que se tira dessa análise é que as fontes renováveis de energia necessitam obrigatoriamente de recursos

públicos, seja para pesquisa e desenvolvimento, seja para subsidiar os custos iniciais de produção.

Outra questão de grande interesse dos países em desenvolvimento refere-se à geração de empregos. Goldemberg (2004) fez um levantamento sobre a criação de empregos na produção de combustíveis e na geração de eletricidade e constatou que as fontes renováveis, exceto a hidroeletricidade, geram muito mais empregos diretos que os combustíveis fósseis.

No contexto em que as fontes renováveis não são competitivas, com baixa participação no mercado, à justificativa para o desenvolvimento de energias renováveis se baseia no seu caráter estratégico, pois há ainda muita desigualdade entre as nações. Além disso, os recursos hoje utilizados são concentrados em poucas regiões, são insuficientes para atender à demanda futura e o consumo dos recursos não-renováveis pode trazer conseqüências desastrosas ao meio ambiente no longo prazo. A questão se coloca no sentido de saber para quais tipos de fontes devem ser dirigidos os maiores esforços.

A falta de motivação política para apoiar novas idéias no campo energético é um dos pontos que podem bloquear o desenvolvimento das renováveis. A falta de uma apropriada estrutura legal para apoiar o desenvolvimento das fontes renováveis é um dos pontos que essa tese coloca como sendo o de maior fragilidade. Também, à garantia de acesso à rede de distribuição, pois os custos de logística e conexão são muitos elevados para pequenos produtores independentes, além do fato de o fornecimento ser, em muitos casos, interruptível. Por outro lado, existe uma série de mecanismos legais de apoio às fontes renováveis de energia, sendo utilizados por diversos países que quando não adotados amplia-se barreiras para a penetração das mesmas. Os mais comuns são:

1. Fixação de Preços (*Feed-in Arrangements*) – Os geradores são garantidos por contratos que fixam os preços das energias com fluxo contínuo de recebimentos, graças a uma obrigação estipulada para o comercializador da energia. A Califórnia foi um dos precursores a utilizar esse mecanismo nos anos 80 para a geração qualificada através do PURPA (*Public Utilities Regulatory Act*), de 1978 (SAWIN, 2004). Sendo este o sistema escolhido pela Alemanha e Espanha para incentivar a energia eólica e pelo Brasil o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

2. Leilões de Energia (*Tendering Arrangements*) – É um processo competitivo com base em chamadas públicas periódicas de apoio a uma quantidade predefinida de energia renovável. A França e a

Inglaterra utilizaram essa opção na promoção das energias renováveis. Esses Países não tiveram muito sucesso com esse sistema, pois as participações das fontes renováveis nos seus mercados eram muito incipientes. No caso do Brasil, o Ministério de Minas e Energia vislumbra a utilização desse sistema em uma próxima fase do PROINFA, caso a primeira fase tenha tido êxito. Com um parque gerador já instalado, com indústrias nacionais produzindo equipamentos, os leilões podem proporcionar maior competitividade entre as fontes e entre os produtores.

3. Participação Voluntária (*Green Pricing Scheme*) – Permite a participação voluntária de consumidores dispostos a pagar um prêmio para apoiar a geração elétrica proveniente de fontes renováveis.

4. Certificados Verdes (*Tradable Renewable Energy Certificate* – TREC) – A comercialização de certificados pode ocorrer se houver uma demanda voluntária de energia renovável ou se houver alguma imposição legal de governo. Os certificados apresentam a vantagem de se poder produzir energia renovável em locais onde os custos são menos elevados, sem necessidade de transferência física de energia.

A falta de financiamentos de longo prazo apropriados é um outro ponto de entrave apontado. A aversão dos financiadores ao risco é grande, pois as energias renováveis apresentam alto custo de produção, o mercado ainda não está bem consolidado, a tecnologia muitas vezes não está difundida e a escala de produção é reduzida. Por isso, torna-se importante superar algumas barreiras políticas e legais, de forma que o financiador se sinta mais confortável em apoiar as fontes renováveis de energia. Do ponto de vista do setor público, há pelo menos três modalidades de apoio: recursos não-reembolsáveis, financiamentos a baixo custo e prestação de garantias. O setor privado pode participar com capital de risco (*venture capital*), podendo se consorciar com o capital público.

A análise sobre o desenvolvimento de fontes renováveis mostra que elas são fundamentais para o crescimento sustentável não só por questões ambientais, mas também por motivos econômicos, sociais e tecnológicos (Alves, 2006).

Entretanto, para atrair interessados em investir na produção de fontes renováveis, não basta oferecer incentivos fiscais e financeiros; é necessário, em primeiro lugar, desenvolver um arcabouço institucional no Brasil no sentido de remover algumas barreiras apontadas neste trabalho. Também, não obstante só oferecer financiamento a uma determinada tecnologia se há muitos obstáculos em outras esferas.

Considerações finais

Enquanto as tecnologias renováveis se encontrarem em um estágio pequeno de desenvolvimento, com custo elevado e pequena participação no mercado, é necessário que se tenha um aparato legal, regulatório e institucional sólido, de forma a reduzir os riscos para os financiadores. Além de todos esses pontos levantados, deve-se ter em mente uma mudança no contexto internacional, com o aumento do preço do petróleo e a ratificação do Protocolo de Kyoto.

Tomamos como exemplo à tomada de decisão do estado do Ceará, que deveria ser seguidos por outros estados brasileiros em busca de uma matriz energética diversificada, quando da criação de uma instituição – CENEA, voltada à articulação de negócios e pesquisas na área de energias alternativas. A instituição é uma organização social desenvolvida em parceria entre o Governo do Estado, por meio das secretarias da Infra-Estrutura, Ciência e Tecnologia e Planejamento, a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC). O CENEA pretende atrair investimentos para o Estado, rico em fontes alternativas provenientes do vento, do sol e da biomassa, além de promover o desenvolvimento dessas formas de energia em todo o País.

O lançamento do CENEA ocorre também num momento em que o mundo se volta, de forma definitiva, para a utilização de energias alternativas como forma de reverter o processo de aquecimento global provocado pelo lançamento de dióxido de carbono na atmosfera. Com a assinatura do protocolo de Kyoto pela Rússia, ele passou a ter validade efetiva, e a sua implementação significa o repasse crescente de recursos pelas sociedades desenvolvidas para as economias em desenvolvimento, para aplicação e viabilização de projetos de tecnologias limpas (Alves, 2006e).

Finalizando, pode-se definir que a regra básica para o setor elétrico sustentável é que dentro das reformas garanta que a indústria de eletricidade, além de ser competitiva, seja também capaz de atender a objetivos sociais, de proteção ambiental e assegurar investimentos que promovam avanços tecnológicos para a sustentabilidade e uma maior diversidade da matriz energética. Por isso, neste trabalho apontou-se a viabilidade e os benefícios de usar as energias renováveis, como estudo de caso, a energia eólica, como prática necessária para incentivar uma política de sustentabilidade. Como consideração final, enfatizamos o pensamento de Sachs (1993) que sugeriu caminhos para o século XXI, como marco conceitual para se escapar do ciclo vicioso da pobreza e da destruição ambiental, a superação dos obstáculos

políticos e sociais que realmente impedem a transição para o desenvolvimento sustentável. A partir de constatações que a teoria econômica clássica do livre mercado é insuficiente como diretriz política e econômica, torna-se necessária uma nova contabilidade que inclua parâmetros sociais e ambientais. Apesar da sua estrutura ainda inacabada, aponta este conceito na direção certa.

Referências

ALVES, Jose Jakson Amancio. **Estimativa da Potência, Perspectiva e Sustentabilidade da Energia Eólica no Estado do Ceará**. Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Pós-Graduação em Recursos Naturais. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) 163p, 2006.

ALVES, Jose Jakson Amancio. **Potencial eólico na direção predominante do vento no Nordeste do Brasil**. Campina Grande. Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal da Paraíba, Dissertação (Mestrado em Meteorologia), 125pp. 2001.

ANDERSON, D. Energy and economic prosperity. In: UNDP, UNDESA, WEC. **World energy assessment: energy and the challenge of sustainability**. New York: United Nations Development Programme, United Nations Department of Social and Economic Affairs, and World Energy Council, pp.392-413. 2000.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Brasília. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acessado em 28 de janeiro de 2006.

AIE. **International Energy Agency**. Greenhouse, GAS R&D. 2000.

BITTENCOURT, Rogério Motta et al., 2000. **Sistemas Complementares de Energia Eólica e Hidráulica no Brasil**. Comision de Integración Eléctrica Regional. Comité Nacional Área de Generación & Transmisión. Congreso CIER, Buenos Aires.2000.

CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica. Disponível em: <http://www.eolica.com.br/>. Acessado em: 23out2006.

GOLDEMBERG, José. **The case for renewable energies**. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro, 2004.

HOLDREN, J.P., SMITH, K.R. Energy, the environment, and health. In: UNDP, UNDESA, WEC. **World energy assessment: energy and the challenge of sustainability**. New York: United Nations Development

Programme, United Nations Department of Social and Economic Affairs, and World Energy Council, pp.61-110. 2000.

MME – Ministério das Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. Brasília, 2006.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI** – Desenvolvimento e Meio Ambiente. Studio Nobel/FUNDAP, São Paulo, 1993.

SAGAR, A.D.; HOLDREN, J.P. Assessing the global energy innovation system: some key issues. **Energy Policy**, v.30, (6), pp.465-469, 2002.