



THELMO FRANCISCO PEREIRA DA SILVA

VIABILIDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA  
ATRAVÉS DAS CENTRAIS EÓLICAS NO NORDESTE  
SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA  
ELÉTRICA NA BAHIA E NO NORDESTE ATRAVÉS DAS CENTRAIS  
EÓLICAS

LAVRAS - MG

2011

THELMO FRANCISCO PEREIRA DA SILVA

VIABILIDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DAS CENTRAIS  
EÓLICAS NO NORDESTE.  
SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA BAHIA E  
NO NORDESTE ATRAVÉS DAS CENTRAIS EÓLICAS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras - UFLA, como  
requisito parcial para obtenção do título de Especialista  
em Formas Alternativas de Energia.

ORIENTADOR: PROFº: CARLOS ALBERTO ALVARENGA

LAVRAS – MG

2011

LISTA DE SIGLAS	
ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNB	Banco do Nordeste do Brasil S/A
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
COPAM	Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica.
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ELETRORAS	Centrais Elétricas Brasileiras S/A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETENE	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
GEE	Gases de Efeito Estufa
LEN	Leilão de Energia Nova
LER	Leilão de Energia de Reserva
LFA	Leilão de Fontes Alternativas
LI	Licença de Instalação
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
ONS	Operador Nacional do Sistema
PCH	Pequena Central Hidroelétrica
PIB	Produto Interno Bruto
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEINFRA	Secretaria de Infra Estrutura da Bahia
SBPE	Sociedade Brasileira de Planejamento Energético

SIN	Sistema Interligado Nacional
TUSD	Tarifa de utilização do sistema de distribuição
TUST	Tarifa de utilização do sistema de transmissão
UHE	Unidade Hidro Elétrica

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 CENÁRIO ATUAL DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA.....	08
2.1 Cenário Atual das Fontes Alternativas de Energia no Mundo.....	08
2.2 Cenário Atual das Fontes Alternativas de Energia no Brasil.....	09
3 PANORAMA DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	10
3.1 Cenário da Geração de Energia Elétrica em 2009 no Brasil.....	10
3.2 Cenário da Geração de Energia Elétrica em 2008 no Mundo.....	10
3.3 Evolução da Geração Hidráulica e Eólica de 2008 a 2010.....	10
3.4 Previsão da Evolução da Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil por Fonte.....	11
4 PANORAMA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO NORDESTE 2009/2010.....	13
5 A ENERGIA ELÉTRICA NO NORDESTE.....	14
6 A ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	16
7 O MERCADO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.....	19
8 O POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO.....	19
9 O MERCADO DE ENERGIA EÓLICO NO NORDESTE.....	20
10 EÓLICAS NA BAHIA.....	25
10.1 O Estado da Bahia.....	25
10.2 A Geografia da Bahia.....	25
10.3 Infra Estrutura.....	26
11 O POTENCIAL EÓLICO NA BAHIA.....	27
12 EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO EÓLICA NA BAHIA.....	27
12.1 Unidades da Renova Energia em Guanambi.....	27
12.2 Eólica Pedra do Reino.....	28
13 LEILÕES DE ENERGIA EÓLICA – EVOLUÇÃO HISTÓRICA.....	29
14 AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO.....	31
14.1 ACL Ambiente de Contratação Livre.....	31
14.2 ACR Ambiente de Contratação Regulada.....	32

15 USINAS NUCLEARES NO NORDESTE.....	33
16 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA.....	34
16.1 Vantagens para a Sociedade em Geral.....	35
16.2 Vantagens para as Comunidades Onde se Inserem os Parques Eólicos.....	35
16.3 Vantagens para o Estado.....	35
16.4 Vantagens para os Empreendedores.....	35
16.5 Principais Desvantagens da Energia Eólica.....	35
17 RESTRIÇÕES AMBIENTAIS.....	36
18 CONCLUSÃO.....	37
19 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

## 1 – Introdução

A crise global que o mundo viveu nos últimos anos retardou os programas de estímulo à energia renovável nos países desenvolvidos, mas serviu para favorecer o desenvolvimento do Brasil enquanto candidato a protagonizar o campo das fontes alternativas do mercado internacional.

O Brasil tem experimentado nos últimos anos um ciclo virtuoso de investimentos e assumido um papel relevante em âmbito mundial, como um dos países em desenvolvimento que tem obtido sucesso na perspectiva de manter um crescimento econômico e social sustentado.

Acompanhando essa tendência, a Região Nordeste tem se destacado como importante pólo de atração de investimentos. Nos últimos anos a economia da região nordeste vem apresentando um crescimento acima da média nacional, e este fato deve se repetir para os próximos anos.

Como reflexo desse aquecimento econômico, o nordeste foi a região que teve o maior percentual de aumento no consumo de energia elétrica em 2009/2010, segundo a Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica (COPAM/EPE).

Com uma área territorial de 1,5 milhão de quilômetros quadrados, o que representa o tamanho da França, Itália, Reino Unido e Alemanha juntos, uma população de 53 milhões de habitantes (CENSO 2010), cerca de 30% da população do país, o nordeste brasileiro projeta-se nacionalmente num cenário de desenvolvimento e oportunidades.

Para investir numa região, deve-se procurar atividades que potencializem as características da região, que valorizem sua diversidade, que aproveitem vantagens paralelas aos proveitos de outras regiões. E foi seguindo essa regra que a indústria da geração de energia eólica descobriu o nordeste.

## 2 – Cenário Atual das Fontes Alternativas de Energia

### 2.1 – Cenário Atual das Fontes Alternativas de Energia no Mundo

A crise econômica mundial de 2008 e 2009 fragilizou o ideal de sustentabilidade da energia renovável. O impacto da crise na saúde financeira de países desenvolvidos e de alguns emergentes, que vinham implantando, de forma acelerada, projetos de fontes consideradas alternativas como forma de “limpar” suas matrizes energéticas, serviu como freio para programas de estímulo às fontes renováveis.

Muitos projetos de energias renováveis foram protelados ou mesmo paralisados devido a questões que vão da maior vulnerabilidade das finanças públicas e das dificuldades de financiamento à redução de subsídios e incertezas regulatórias.

Segundo o estudo feito pela Delloite, denominado “Alternative Thinking 2011”, as incertezas regulatórias resultantes da crise amedrontaram os empreendedores interessados em investir em projetos de fontes renováveis. Isso acaba refletindo na situação financeira de muitos países como redução de incentivos regulatórios.

Espanha, por exemplo, reviu sua política energética e o seu regime de tarifas, levando o corte de investimentos nesses projetos. Assim como na França, na Alemanha, na Itália, na Grã Bretanha e nos Estados Unidos também foram anunciados cortes tarifários ou postergadas renovações de incentivos. Nesses países, até mesmo o apelo das fontes alternativas como forma de mitigação das emissões de carbono enfrenta a concorrência crescente dos esforços pela eficiência energética.

Mesmo com um cenário caracterizado pelo risco político e regulatório, os resultados do segundo trimestre de 2010 (período-base de análise do “Alternative Thinking 2011”), para investimentos de capital de risco em tecnologias limpas na América do Norte, na Europa, na China e na Índia, totalizaram US\$ 2,02 bilhões em 140 empresas. Trata-se de quase o dobro do valor verificado no segundo trimestre de 2009, que foi de US\$ 1,2 bilhão. A Espanha, mesmo com a guinada ocorrida no campo regulatório, tem se mostrado firme, à disposição das empresas de energia renovável em listar suas ações na Bolsa de Madri, contudo as incertezas regulatórias atrasaram esse processo.



Um fato notório no mundo é que as empresas estão sofrendo pressão para reduzir seus custos de energia e de emissão de carbono. Essa é uma das razões pelas quais esses empresários estão começando a investir significativamente em energia renovável.

Dois tipos de tecnologia se destacam ultimamente, pela redução expressiva de custos, tanto no que se refere aos equipamentos para extração e transmissão, quanto ao preço do quilowatt gerado: solar e eólica. Um painel solar, por exemplo, custa hoje metade do que valia em 2008.

Fabricantes em larga escala de materiais para essas usinas vêm reduzindo custos, em média, entre 5% e 8% ao ano. A eficiência também aumenta continuamente.

## 2.2 – Cenário Atual das Fontes Alternativas de Energia no Brasil

O Brasil conta com matriz energética limpa. Ao contrário do que ocorre em outros países, nos últimos anos, o Brasil vivencia bons momentos com as fontes alternativas de energia, em especial, a energia eólica.

O território brasileiro representa um centro importante para investimentos em energia limpa, com uma matriz energética diversificada, demanda interna crescente, potencial de desenvolvimento alto, especialmente quando comparados com as dificuldades enfrentadas atualmente pelas grandes economias. Os modelos elétricos adotados na Europa, por exemplo, baseiam-se em altos subsídios concedidos às fontes.

No Brasil, adotou-se o modelo em que as fontes entram no mercado de forma competitiva, conferindo sustentabilidade. Esses fatos juntos estão favorecendo a geração eólica do país, tornando-a cada vez mais competitiva. As fontes alternativas de energia também enfrentam problemas. As hidrelétricas, além da limitação (geográfica) de locais apropriados, causam discussões intensas. O exemplo clássico é Belo Monte, cujos custos financeiros são incertos, bem como a própria capacidade produtiva, além dos custos socioambientais, que permanecem misteriosos e, portanto, assustadores.

Além disso, as barragens de menor porte, quando construídas em profusão dentro de uma área restrita, também podem impactar significativamente o ecossistema, como no caso do pantanal mato-grossense. Já no que concerne à produção de biocombustíveis, a presente disparada dos

preços do etanol no Brasil e do açúcar no mundo ilustra bem como esta cultura pode interferir nos preços de alimentos (e vice-versa).

### 3 – Panorama da Geração de Energia Elétrica

#### 3.1 – Cenário da Geração de Energia Elétrica em 2009 no Brasil

De acordo com a CCEE – Câmara Comercializadora de Energia Elétrica, no Brasil em 2009, 94% da energia elétrica foi gerada através de fontes renováveis, totalizando 415.185 GWh. Pelas fontes de geração não renováveis foram gerados 28.010 GWh representando 6% da energia elétrica gerada.

##### Brasil – Cenário da Geração de Energia Elétrica em 2009

Fontes Renováveis	415.185 GWh	94%
Fontes Não Renováveis	28.010 GWh	6%
Total de Energia Elétrica Gerada = 443.195 GWh		

#### 3.2 – Cenário da Geração de Energia Elétrica em 2008 no Mundo

No mundo em 2008, de acordo com a CCEE, apenas 19% da energia elétrica gerada saíram de fontes renováveis e 81% de fontes não renováveis.

##### Mundo – Cenário de Geração de Energia Elétrica em 2008

Fontes Renováveis	3.773.847 GWh	19%
Fontes Não Renováveis	16.407.153 GWh	81%
Total de Energia Elétrica Gerada = 20.181.000 GWh		

#### 3.3 – Evolução da Geração Hidráulica e Eólica de 2008 a 2010

Temos a seguir os números divulgados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), onde se pode comparar a evolução da geração hidráulica e eólica, segundo dados apurados até dezembro 2010:

## Evolução da Geração Hidráulica e Eólica, em MW Médios Anos 2008 a 2010

Ano	2008	2009	2010
Hidráulica	44.196 (87,1%)	46.533 (91,8%)	47.645 (87,1%)
Eólica	74 (0,1%)	129 (0,3%)	239 (0,4%)
Outras Fontes	6.473 (12,8%)	4.009 (7,9%)	6.802 (12,5%)
Total	50.743	50.671	54.686

## 3.4 – Previsão da Evolução da Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil por Fonte.

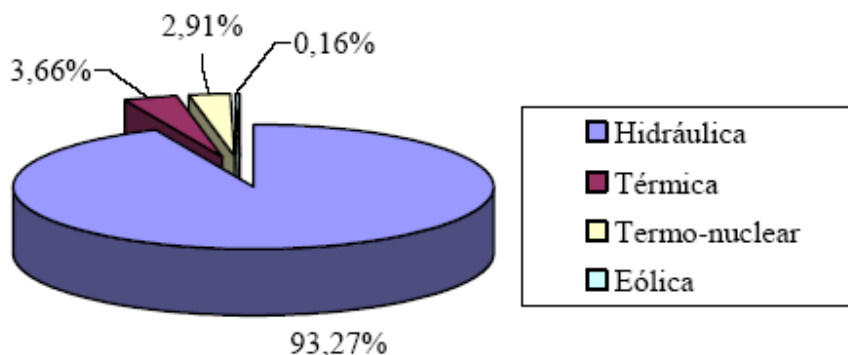
Tipo de Fonte	2010	2011	2012	2015	2017	2019
Hidrelétrica <sup>(a)</sup>	83.169	85.483	86.295	94.656	104.151	166.699
Urânio	2.007	2.007	2.007	3.412	3.412	3.412
Gás Natural	8.860	9.356	9.856	11.533	11.533	11.533
Carvão Mineral	1.765	2.485	3.205	3.205	3.205	3.205
Óleo Combustível	3.380	4.820	5.246	8.864	8.864	8.864
Óleo Diesel	1.728	1.903	1.703	1.149	1.149	1.149
Gás de Processo	687	687	687	687	687	687
PCH	4.043	4.116	4.116	5.566	6.066	6.966
Biomassa	5.380	6.083	6.321	7.421	7.771	8.521
Eólica	1.436	1.436	3.241	4.441	5.241	6.041
<b>Total</b>	<b>112.455</b>	<b>118.385</b>	<b>122.676</b>	<b>140.935</b>	<b>152.080</b>	<b>167.078</b>

Fonte: EPE (2010).

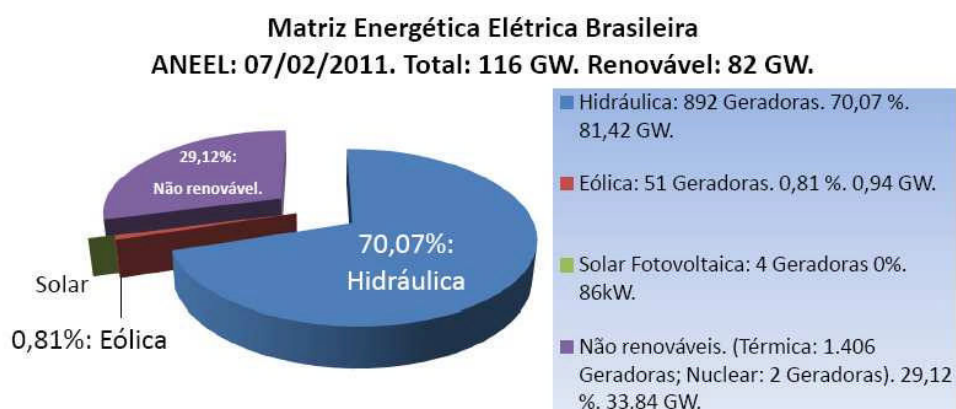
Previsão da Evolução da Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil, por Fonte (em MW).

Notas: (a) Inclui a estimativa de importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico paraguaio; (b) Não considera a autoprodução, que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga.

É importante ressaltar que, na estimativa apresentada na tabela acima, considerou-se uma estabilização da capacidade de geração proveniente de usinas térmicas a partir de 2014, tendo em vista que os últimos projetos com carga contratada pelos leilões de energia realizados entrarão em operação até 2013, além de que não há intenção, por parte dos órgãos governamentais do setor elétrico, de se realizar novos leilões para contratação de energia elétrica a partir de usinas termelétricas. Para que essa capacidade instalada de geração de energia elétrica consolide-se, serão necessários investimentos da ordem de R\$ 214 bilhões ao longo do período considerado. Constata-se que o Brasil possui um enorme potencial de geração de energia elétrica, principalmente a partir de fontes renováveis. Este elevado potencial está distribuído em diversas fontes, sendo a hídrica, a eólica e a biomassa algumas das mais abundantes no atual contexto. O gás natural, embora não renovável, consiste em outra importante fonte energética para o País no que concerne à geração elétrica.



Distribuição Percentual da Geração de Energia no Brasil em 2009, por Fonte  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Operador Nacional do Sistema – ONS.



	Ano	Participação de Renováveis	Participação de Eólica	Capacidade de Eólica
PASSADO	2001	83%	0,03%	21 MW
	2006	77%	0,25%	237 MW
PRESENTE	fev/2011	71%	0,81%	937 MW
FUTURO (Simulação)	Projetos outorgados não iniciados e em construção = 47 GW. Total = 164 GW.	69%	2,65%	4,35 GW

#### 4 – Panorama do Consumo de Energia Elétrica no Brasil e no Nordeste – 2009/2010

Segundo a Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica – COPAM/EPE (2009/2010), no Brasil, o crescimento do consumo de energia elétrica entre os anos de 2009 e 2010 foi de 8,1%, subindo de 386.006 GWh para 417.434 GWh.

Já no nordeste, região que teve o maior percentual de aumento no consumo de energia elétrica, subiu de 64.812 GWh para 70.856 GWh, registrando um aumento de 9,3%.

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL 2009 / 2010	
386.006 GWh (2009)	417.434 GWh (2010)
CRESCIMENTO DE 8,1%	

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO NORDESTE 2009 / 2010	
64.812 GWh (2009)	70.856 GWh (2010)
CRESCIMENTO DE 9,3%	

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) projetou para 2020, de acordo com o relatório de projeção da demanda de Energia Elétrica para os próximos dez anos, (2011 / 2020), um consumo de energia elétrica para o Brasil em torno de 659.092 GWh.

Para o nordeste brasileiro deveremos estar consumindo cerca de 96.814 GWh.

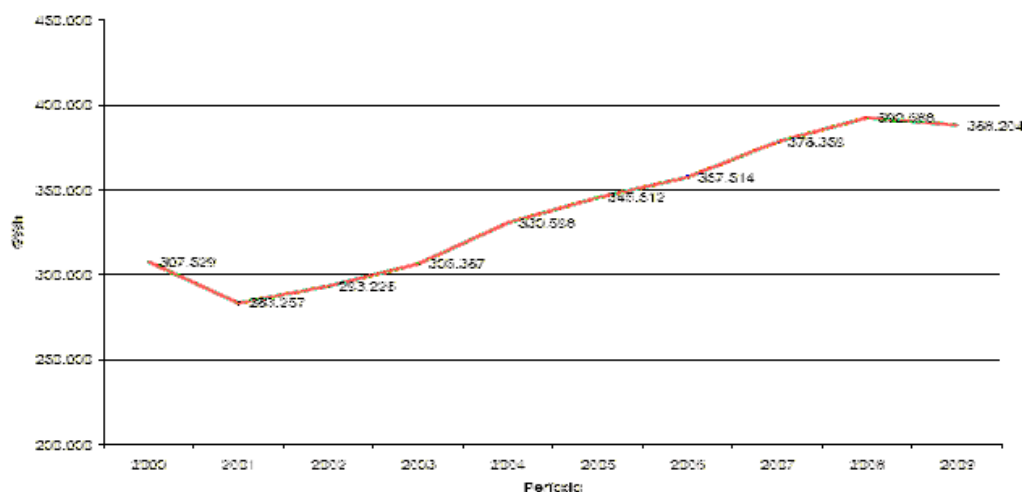


Gráfico 1: Evolução do Consumo de Energia Elétrica no Brasil, de 2000 a 2009 (em GWh)

Fonte: Elaboração dos autores a partir de dados do ONS e da EPE.

## 5 – A Energia Elétrica no Nordeste

É possível perceber que o aquecimento econômico na Região Nordeste nos últimos anos está fortemente atrelado ao atendimento às novas e crescentes necessidades de infra-estrutura, notadamente da oferta de energia elétrica. Referidas necessidades são decorrentes da evolução das atividades dos diversos setores produtivos da Região. Para tanto, os investimentos previstos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica precisam se tornar realidade.

Apesar da predominância da geração a partir das hidrelétricas, observa-se que, em algumas regiões do Brasil, como, por exemplo, no Nordeste, o potencial hidrelétrico remanescente economicamente viável está praticamente esgotado. Por outro lado, nessa Região, as outras fontes existentes para a geração de energia elétrica são insuficientes para o atendimento de suas necessidades futuras, o que demanda novos e expressivos investimentos para elevação da capacidade instalada para produção desse insumo básico. Além disso, estima-se que até o ano de 2030 o país deverá exaurir o potencial de seus principais rios, urgindo repensar alternativas energéticas para atender à demanda crescente de energia elétrica do país e especialmente dessa Região, despontando a fonte eólica como uma opção promissora para os próximos anos, haja vista estar se mostrando competitiva, exceto em relação à geração hidrelétrica. De fato, conforme demonstrado no 2º Leilão de Reserva (Leilão 03/2009), realizado em 14/12/2009 e destinado exclusivamente à fonte eólica, as vendas foram realizadas ao preço médio de R\$ 148,39/MWh, 21,5% inferior ao preço-teto de R\$ 189,00/MWh, sendo menor do que o preço médio associado a outras fontes, exceto em relação à fonte hidráulica.

Essa tendência concretizou-se no 3º Leilão de Reserva (05/10) e no Leilão de Fontes Alternativas 2010 (07/10), realizados nos dias 25 e 26/08/2010, nos quais foram contratadas 70 centrais eólicas, com potência instalada de 2.048 MW, a um preço médio de R\$ 130,86 por MW, o qual é ainda menor do que o observado no leilão de 2009. Isto abre perspectivas para o incremento da utilização do recurso eólico no Nordeste e também para a atração de investimentos em empreendimentos para fabricação de aero-geradores, possibilitando consolidar na Região um parque fabril no setor eólico.

Tratando-se de geração elétrica no Nordeste, os projetos previstos para serem instalados nos próximos anos contemplam, além de parques eólicos, novas hidrelétricas e termelétricas movidas a carvão mineral, derivados de petróleo, gás natural e biomassa, dentre outros combustíveis,

inclusive o combustível nuclear (Urânio). Além disso, prevê-se também elevar a capacidade de intercâmbio de energia elétrica com outras regiões.

A energia elétrica consumida no Nordeste brasileiro é proveniente basicamente de fonte hidrelétrica, destacando-se o rio São Francisco como o seu principal provedor, entretanto, conforme citado anteriormente, o potencial hidrelétrico remanescente economicamente viável dessa Região encontra-se próximo do seu esgotamento.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010), o crescimento do consumo de energia elétrica no Nordeste será de 5,4% ao ano para o período 2010-2019. Desse modo, projeta-se para 2019 um consumo de 92.561 GWh no subsistema Nordeste. Atualmente, a demanda de energia elétrica do Nordeste só é plenamente atendida graças à capacidade de importação de outras regiões, notadamente do Subsistema Norte.

Entre as principais alternativas para elevar a disponibilidade de energia elétrica no Nordeste encontram-se:

- Elevação da capacidade de importação de energia elétrica de outras regiões, através da construção de novas linhas de transmissão, reforçando a integração do Subsistema Nordeste ao Sistema Interligado Nacional (SIN);
- Construção de termelétricas movidas a gás natural, carvão mineral, derivados de petróleo e combustível nuclear (Urânio);
- Aproveitamento das fontes renováveis de energia, principalmente eólica e biomassa;
- Construção de novas usinas hidrelétricas nas bacias do Rio São Francisco e Rio Parnaíba, aproveitando o potencial remanescente economicamente viável.
- Construção de usinas nucleares.

Tendo em vista a não intenção de aumentar a capacidade de geração de energia através de usinas termelétricas a gás natural, carvão mineral ou a partir de derivados do petróleo, conforme citado anteriormente, além do iminente esgotamento do potencial hidrelétrico dos rios nordestinos, entende-se que a fonte eólica apresenta-se como uma das principais alternativas de expansão da capacidade de geração de energia na Região Nordeste, o que pode contribuir para a diminuição da necessidade de importação de energia de outras regiões.

## 6 – A Energia Eólica no Brasil

Atualmente, o Brasil é o maior produtor de energia eólica da América Latina, sendo responsável pelo dobro da geração dos demais países do continente. O Brasil caminha para a consolidação da energia eólica como sua segunda fonte de energia alternativa.

As unidades eólicas instaladas no Brasil entre 2005 e 2010 cresceram 3.100%, passando de 29MW para 929MW.

De acordo com o estudo do ETENE, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, unidade pertencente ao Banco do Nordeste, o Brasil representa muito pouco, atualmente, no cenário mundial em matéria de energia eólica: menos de 1% da capacidade instalada.

Considerando-se dados de 2010, a geração de energia de fonte eólica resume-se a um total de 835.336 kW, distribuídos em 46 empreendimentos implantados no país, sendo o nordeste detentor da maior quantidade de usinas.

Com a redução da demanda internacional por equipamentos fez com que os fabricantes se voltassem para o mercado brasileiro, oferecendo condições vantajosas de preços. Percebe-se no cenário nacional que esses fabricantes, alguns deles sócios dos empreendimentos, estão reduzindo o seu retorno financeiro para se firmarem no mercado brasileiro. Vale ressaltar que a moeda brasileira está mais forte, fato importante que ajuda a contribuir na compra desses equipamentos. Para a energia eólica, o custo dos equipamentos vem caindo. O mercado mundial da energia eólica está desacelerado, associado à queda do dólar e redução geral dos impostos, reduzindo o preço de implantação dessa tecnologia. Por conta desses fatores, todos os principais fabricantes mundiais de equipamentos estão vindo para o Brasil. Isso é fundamental para o barateamento da tecnologia. Pelo menos 70% dos custos de implantação de uma usina eólica ficam por conta dos equipamentos, e o restante é parte civil ou parte elétrica.

A geração de energia elétrica pela força dos ventos existe há apenas 20 anos no mundo e no Brasil chegou há dois anos. Ao mesmo tempo é uma tecnologia nova e de rápida transformação. Há dois anos, só havia um fabricante por aqui, a Wobben/Enercon, que chegou na época do Proinfa. Hoje temos outras empresas instaladas ou se instalando, como a Impsa, a Gamesa, a Alstom, a GE, a Siemens. Algumas estão se instalando inclusive no Nordeste. Isso prova que o setor não é efêmero, pois já se encontra no terceiro leilão consecutivo. O governo está sinalizando



uma política de investimento e isso torna o mercado mais consistente, mais seguro. Caso contrário essas empresas não interagem.

Já no caso das PCHs, metade do investimento é obra civil, com tendência para subir. O custo da energia eólica, ao contrário, caiu muito. No último leilão, o valor médio chegou a R\$ 122,69 por MWh, um deságio de 26,5% em relação à tarifa teto estabelecida, que era de R\$ 167 por MWh. Significa maior capacidade de investimento em tecnologia, na aquisição das máquinas. Por sua vez, os fabricantes também estão se adequando ao tipo de vento brasileiro. Está havendo um avanço tecnológico e maior conhecimento com relação ao tipo de característica do País.

O vento no Brasil é diferente do vento da Europa, ele tem uma qualidade e constância maiores. O vento na Europa tem mais rajadas e sofre pela oscilação climática maior. E é o tipo de rajada que praticamente define o tipo de equipamento a ser usado. No Brasil, o vento é mais constante durante o ano, é mais suave, tem uma eficiência maior, uma geração de energia maior por máquina. Existem classes de vento e de máquinas diferentes. No início precisou-se de um esforço para convencer os fabricantes de que o mercado nacional era próspero. Foram necessários seis anos de conversa com a GE a respeito dessas diferenças de ventos. Para o Brasil, foi preciso substituir uma máquina que seria de um vento mais agressivo, para uma de vento mais suave.

Na próxima fase, com as fábricas de diferentes grupos se instalando no Brasil, será possível criar turbinas realmente adequadas para o clima brasileiro. Há dentro do Brasil muitas diferenças regionais também, que exigirão algumas adaptações.

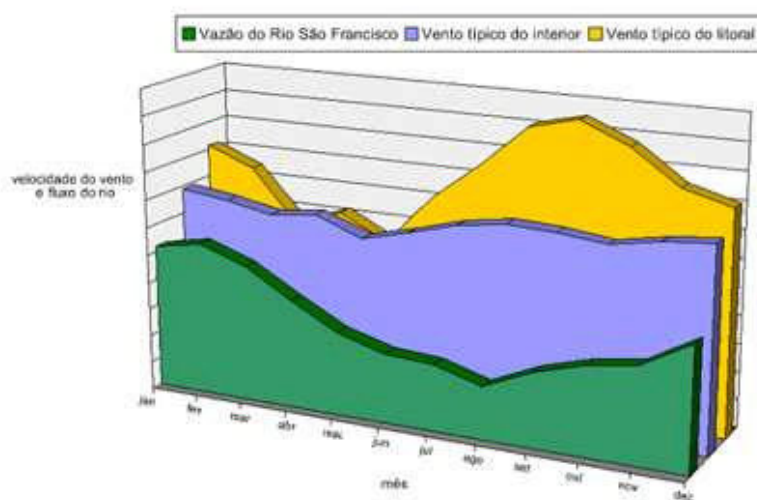
Além da conjuntura econômica, a condição do vento no Brasil é outro importante fator para esse avanço. Por conta do favorável regime de vento, os projetos eólicos no País possuem o chamado "fator de capacidade" na faixa de 40%. Isso significa que uma usina eólica aqui gera 40% de sua capacidade instalada. Na Europa e em outras regiões, o fator de capacidade gira em torno de 20%. Ou seja, os projetos brasileiros são capazes de produzir mais energia que os de outros países. O advento de novas tecnologias, como torres mais altas, está permitindo um aproveitamento ainda maior desse potencial.

O sistema eólico do Brasil é um importante complemento para a geração de energia hidráulica, porque pode operar especialmente na época em que os reservatórios das usinas estiverem baixos. Na época que chove mais, é que venta menos. A energia eólica pode ser usada para ser estocada nos reservatórios que permitem a armazenagem de água, como na Bacia do São Francisco e na Bacia do Tocantins, entre outras, bastando para isso que se tenha o sistema de conexão

interligado, para que se possa provocar estoque de energia potencial hidráulica, ou seja, economia de água, matéria prima para a energia elétrica de fonte hidráulica.

A energia eólica poderá também resolver o grande dilema do uso da água do Rio São Francisco no Nordeste (água para gerar eletricidade versus água para irrigação). Grandes projetos de irrigação às margens do rio e/ou envolvendo a transposição das águas do rio para outras áreas podem causar um grande impacto no volume de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas e, conseqüentemente, prejudicar o fornecimento de energia para a região. Entretanto, observando o gráfico abaixo, percebe-se que as maiores velocidades de vento no nordeste do Brasil ocorrem justamente quando o fluxo de água do Rio São Francisco é mínimo. Logo, as centrais eólicas instaladas no nordeste poderão produzir grandes quantidades de energia elétrica, evitando que se tenha que utilizar a água do rio São Francisco.

A análise dos dados de vento de vários locais no Nordeste confirma as características dos ventos comerciais (trade-winds) existentes na região: velocidades médias de vento, pouca variação nas direções do vento e pouca turbulência durante todo o ano.



Comparação entre o fluxo de água do Rio São Francisco e o regime de vento no nordeste do Brasil

## 7 – O Mercado da Energia Eólica no Brasil

Observa-se que os investimentos mundiais em geração de energia elétrica a partir da fonte eólica devem-se, basicamente, às necessidades relativas em segurança energética e mitigação de alterações climáticas. Portanto, não necessariamente aplicam-se ao caso brasileiro, que possui uma matriz elétrica predominantemente hídrica, a qual garante a oferta de energia limpa e a preços competitivos, além de existir uma variedade de opções de insumos energéticos a serem utilizados na expansão da matriz brasileira.

Em quase 28 anos de desenvolvimento da fonte no mundo, a energia eólica mostrou sua força e perspectiva de crescimento no Brasil nos três leilões em que esteve presente, atingindo competitividade e preços abaixo do esperado.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica, o Brasil dispõe de um estoque de usinas eólicas licitadas que soma 2.758 MW de capacidade. Desse total, pode-se chegar até 2013 com 1967 MW, segundo as previsões dos empreendedores.

O grande salto no número de projetos se deu em leilões de licitação realizados nos últimos dois anos. Uma série de aperfeiçoamentos regulatórios contribuiu para que se chegasse a esses números. Dentro desses aperfeiçoamentos, há vários ajustes nos termos dos contratos de compra e venda às características da geração eólica.

Os projetos de geração eólica estão conseguindo bons preços no valor do MWh, segundo o último leilão de concessão realizado recentemente. Valores que estão conseguindo superar o de muitos projetos de geração térmica e que os tornam competitivos na matriz energética brasileira.

## 8 – O Potencial Eólico Brasileiro

O potencial para a geração de energia eólica no Brasil, hoje estimado em 143 mil megawatts (cerca de dez hidrelétricas de Itaipu), poderá dobrar com o advento de torres mais altas que as atualmente utilizadas. O cálculo dos 143 mil MW foi feito levando-se em conta aero-geradores de 50 metros de altura. Porém, já estão sendo desenvolvidas torres mais altas, de 80 a 100 metros de altura, potencializando a captação de ventos mais fortes e que sopram com mais frequência, razão pela qual se pode elevar o potencial eólico do Brasil.

Conforme citado anteriormente, a utilização da fonte eólica para a geração de energia elétrica no Brasil ainda é incipiente, fazendo com que o País seja apenas o 21º maior produtor mundial de energia a partir dessa fonte. Apesar dessa incipiência, entende-se que esse cenário tende a mudar nos próximos anos, em virtude dos sucessos obtidos nos últimos leilões: o 3º Leilão de Reserva (05/10) e o Leilão de Fontes Alternativas A3 (07/10), realizados nos dias 25 e 26 de agosto de 2010.

No Leilão de Reserva foram negociados 528,2 MW de potência nominal, com garantia física de 266,8 MW, representando, em média, 50,51% da potência outorgada. Já no Leilão de Fontes Alternativas, foram negociados 1.584,60 MW de potência nominal, com garantia física de 695,0 MW, o que representou, em média, 43,86% da potência outorgada. O preço médio do Leilão de Reserva foi de R\$ 122,69/MWh enquanto que o do Leilão de Fontes Alternativas foi de R\$ 134,10/MWh. Essas informações sinalizam um mercado promissor para a indústria de geração de energia a partir da fonte eólica, representando a perspectiva de vultosos investimentos, principalmente na Região Nordeste, que concentra as condições mais favoráveis do Brasil para implantação de parques de aero-geradores.

O Brasil é favorecido em termos de ventos, que se caracterizam por uma velocidade superior à média mundial e pela volatilidade (oscilação da velocidade) de 5%, o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido. Além disso, como a velocidade costuma ser maior em períodos de estiagem, é possível operar as usinas eólicas em sistema complementar com as usinas hidrelétricas, de forma a preservar a água dos reservatórios em períodos de poucas chuvas. Sua operação permitiria, portanto, a “estocagem” da energia elétrica, na forma de energia potencial hidráulica.

## 9 – O Mercado de Energia Eólica no Nordeste

No Brasil, especialmente para o Nordeste, considerando o Sistema Interligado Nacional – SIN, existe um motivo muito importante que torna a inserção da energia eólica na matriz brasileira, em uma escala condizente com o seu potencial, de grande relevância para a segurança do sistema elétrico brasileiro, que é o seu caráter de complementaridade com o parque hídrico.

Este caráter complementar entre os ventos e o regime de chuvas se torna muito importante diante da perspectiva do setor elétrico brasileiro em ter a capacidade de regularização da oferta de

energia hidrelétrica ao longo de todo o ano, reduzida pela impossibilidade de construção de novos grandes reservatórios. Logo, haverá crescente necessidade de geração complementar operando na base, sendo a energia eólica perfeitamente adequada a este objetivo, contribuindo para a garantia do sistema elétrico brasileiro.

Assim, levando-se em conta que o potencial de geração elétrica estimado para a fonte eólica alcança no Nordeste 75.000 MW (CEPEL, 2001), representando metade da capacidade estimada para o País, bem como o fato de que essa Região apresenta-se como importadora de energia das demais, especialmente do Norte, percebe-se que o Nordeste é importante no processo de complementaridade do sistema elétrico nacional.

A referida complementaridade constitui uma das características vantajosas do uso da fonte eólica para a geração de energia elétrica, somada à renovabilidade, à perenidade, à grande disponibilidade no território brasileiro, especialmente na Região Nordeste, à independência de importações e ao custo zero para a obtenção de suprimento, diferentemente do que ocorre com as fontes que necessitam de combustíveis fósseis. A questão do custo ainda é discutível, apesar de sua tendência decrescente, vis a vis os resultados observados nos últimos leilões. A propósito, a estratégia utilizada pelos órgãos intervenientes do setor elétrico brasileiro, de promover leilões específicos, tem contribuído para o delineamento de um cenário mais otimista acerca da viabilidade do uso em larga escala da fonte eólica para a produção de energia elétrica no Brasil.

Vendedor	Empreendimento	UF	Submercado	Potência (MW)	Garantia Física (MWmédio)
ARATUA	ARATUA 3	RN	NE	28,8	11,2
ASA BRANCA I	ASA BRANCA I	RN	NE	30,0	13,2
ASA BRANCA II	ASA BRANCA II	RN	NE	30,0	12,8
ASA BRANCA III	ASA BRANCA III	RN	NE	30,0	12,5
ASA BRANCA IV	ASA BRANCA IV	RN	NE	30,0	14,0
ASA BRANCA V	ASA BRANCA V	RN	NE	30,0	13,7
ASA BRANCA VI	ASA BRANCA VI	RN	NE	30,0	14,4
ASA BRANCA VII	ASA BRANCA VII	RN	NE	30,0	14,3
ASA BRANCA VII	ASA BRANCA VII	RN	NE	30,0	13,6
BRENNAND	PEDRA BRANCA	BA	NE	28,8	12,2
BRENNAND	SÃO PEDRO DO LAGO	BA	NE	28,8	13,5
BRENNAND	SETE GAMELEIRAS	BA	NE	28,8	12,6

CBR	COSTA BRANCA	RN	NE	20,7	9,8
CHESF	CASA NOVA	BA	NE	180,0	61,4
CPE	ATLÂNTICA I	RS	S	30,0	13,1
CPE	ATLÂNTICA II	RS	S	30,0	12,9
CPE	ATLÂNTICA IV	RS	S	30,0	13,0
CPE	ATLÂNTICA V	RS	S	30,0	13,7
DREEN	DREEN BOA VISTA	RN	NE	12,6	6,3
DREEN	DREEN OLHO DAGUA	RN	NE	30,0	15,3
DREEN	DREEN SÃO BENTO DO NORTE	RN	NE	30,0	14,6
DREEN	FAROL	RN	NE	19,8	10,1
ENERFIN	OSÓRIO III	RS	S	26,0	10,5
EOL EURUS IV	EURUS IV	RN	NE	30,0	13,7
IBERDROLA	ARIZONA I	RN	NE	28,0	12,9
IBERDROLA	CAETITE 2	BA	NE	30,0	11,2
IBERDROLA	CAETITE 3	BA	NE	30,0	11,2
IBERDROLA	CALANGO 1	RN	NE	30,0	13,9
IBERDROLA	CALANGO 2	RN	NE	30,0	11,9
IBERDROLA	CALANGO 3	RN	NE	30,0	13,9
IBERDROLA	CALANGO 4	RN	NE	30,0	12,8
IBERDROLA	CALANGO 5	RN	NE	30,0	13,7
IBERDROLA	MEL 02	RN	NE	20,0	9,8
JUR	JUREMAS	RN	NE	16,1	7,6
MAC	MACACOS	RN	NE	20,7	9,8
MORRO DO CHAPEU	VENTOS DO MORRO DO CHAPÉU	CE	NE	30,0	13,1
OLEOPLAN	PONTAL 2B	RS	S	10,8	4,2
PARAZINHO	VENTOS DO PARAZINHO	CE	NE	30,0	14,0
PEP	PEDRA PRETA	RN	NE	20,7	10,3
REB 11	REB CASSINO I	RS	S	24,0	8,9
REB 11	REB CASSINO II	RS	S	21,0	8,0
REB 11	REB CASSINO III	RS	S	24,0	9,5
REN I	RENASCENÇA I	RN	NE	30,0	14,0
REN II	RENASCENÇA II	RN	NE	30,0	14,2
REN III	RENASCENÇA III	RN	NE	30,0	14,1
REN IV	RENASCENÇA IV	RN	NE	30,0	14,0
SMG	VENTOS DE SÃO MIGUEL	RN	NE	30,0	12,4
VENTO FORMOSO	VENTO FORMOSO	CE	NE	30,0	13,5
VENTOS TIANGUA	VENTOS TIANGUA	CE	NE	30,0	13,1
VENTOS TIANGUA NORTE	VENTOS TIANGUA NORTE	CE	NE	30,0	14,1
TOTAL				1.519,6	658,5

Empreendimentos Eólicos Vencedores do 2º Leilão de Fontes Alternativas  
Fonte: CCEE (Disponível em [www.ccee.gov.br](http://www.ccee.gov.br) Acesso em 30/11/2010).

Vendedor	Empreendimento	UF	Submercado	Potência MW	Garantia Física MW médio
CAMPO DOS VENTOS II	CAMPO DOS VENTOS II	RN	NE	30,0	15,0
CONS PEDRA DO REINO	PEDRA DO REINO III	BA	NE	18,0	6,8
ENERFIN	FAZENDA ROSÁRIO II	RS	S	20,0	8,0
EOL EURUS I	EURUS I	RN	NE	30,0	15,5
EOL EURUS II	EURUS II	RN	NE	30,0	15,2
EOL EURUS III	EURUS III	RN	NE	30,0	16,1
GESTAMP	CABECO PRETO IV	RN	NE	19,8	8,4
GESTAMP	SERRA DE SANTANA I	RN	NE	19,8	9,7
GESTAMP	SERRA DE SANTANA II	RN	NE	28,8	13,5
GESTAMP	SERRA DE SANTANA III	RN	NE	28,8	12,7
PE CRISTAL	CRISTAL	BA	NE	30,0	15,7
PE CRISTAL	PRIMAVERA	BA	NE	30,0	16,4
PE CRISTAL	SÃO JUDAS	BA	NE	30,0	15,6
REN V	RENASCENÇA V	RN	NE	30,0	15,0
RENOVA	DA PRATA	BA	NE	19,5	10,1
RENOVA	DOS ARACAS	BA	NE	30,0	15,5
RENOVA	MORRAO	BA	NE	30,0	16,1
RENOVA	SERAIMA	BA	NE	30,0	17,5
RENOVA	TANQUE	BA	NE	24,0	13,9
RENOVA	VENTOS DO NORDESTE	BA	NE	19,5	10,1
TOTAL				528,2	266,8

Empreendimentos Eólicos Vencedores do 3º Leilão de Energia de Reserva  
 Fonte: CCEE (Disponível em [www.ccee.gov.br](http://www.ccee.gov.br) Acesso em 30/11/2010).

Os quadros acima apresentam, respectivamente, a relação dos empreendimentos eólicos vencedores do 2º Leilão de Fontes Alternativas e do 3º Leilão de Energia de Reserva, com algumas de suas principais características. Percebe-se a grande concentração dos novos empreendimentos na Região Nordeste, especialmente no Rio Grande do Norte, consolidando o Nordeste como a Região com maior parque gerador de energia elétrica a partir da fonte eólica do Brasil, considerando-se os empreendimentos em operação e, principalmente, aqueles com potência outorgada a partir da realização dos três leilões (003/2009, 005/2010 e 007/2010) destinados à fonte eólica.

USINA	MUNICÍPIO	POTÊNCIA FISCALIZADA (KW)
<b>CEARÁ</b>		<b>518.934</b>
Eólica de Prainha	Aquiraz	10.000
Eólica de Taíba	São Gonçalo do Amarante	5.000
Parque Eólico de Beberibe	Beberibe	25.600
Mucuripe	Fortaleza	2.400
Acaraú	Acaraú	28.800
Volta do Rio	Acaraú	42.000
Foz do Rio Choro	Beberibe	25.200
Praia Formosa	Camocim	104.400
Eólica Canoa Quebrada	Aracati	10.500
Lagoa do Mato	Aracati	3.230
Eólica Icarazinho	Amontada	54.600
Eólica Paracuru	Paracuru	23.400
Eólica Praias de Parajuru	Beberibe	28.804
Parque Eólico Enace	Aracati	31.500
Canoa Quebrada	Aracati	57.000
Taíba Albatroz	São Gonçalo do Amarante	16.500
Bons Ventos	Aracati	50.000
<b>PARAÍBA</b>		<b>55.200</b>
Millennium	Mataraca	10.200
Presidente	Mataraca	4.500
Camurim	Mataraca	4.500
Albatroz	Mataraca	4.500
Coelhos I	Mataraca	4.500
Coelhos III	Mataraca	4.500
Atlântica	Mataraca	4.500
Caravela	Mataraca	4.500
Coelhos III	Mataraca	4.500
Coelhos IV	Mataraca	4.500
Mataraca	Mataraca	4.500
<b>PERNAMBUCO</b>		<b>25.200</b>
Pirauá	Macaparana	4.950
Eólica de Fernando de Noronha	Fernando de Noronha	225
Eólica Olinda	Olinda	225
Xavante	Pombos	4.950
Mandacaru	Gravatá	4.950
Santa Maria	Gravatá	4.950
Gravatá Fruitrade	Gravatá	4.950
<b>PIAÚ</b>		<b>18.000</b>
Pedra do Sal	Parnaíba	18.000
<b>RIO GRANDE DO NORTE</b>		<b>51.100</b>
RN 15 - Rio do Fogo	Rio do Fogo	49.300
Macau	Macau	1.800
<b>RIO GRANDE DO SUL</b>		<b>150.000</b>
Parque Eólico de Osório	Osório	50.000



Parque Eólico Sangradouro	Osório	50.000
Parque Eólico dos Índios	Osório	50.000
<b>SANTA CATARINA</b>		<b>14.400</b>
Eólica Água Doce	Água Doce	9.000
Parque Eólico do Horizonte	Água Doce	4.800
Eólica de Bom Jardim	Bom Jardim da Serra	600
<b>PARANÁ</b>		<b>2.502</b>
Eólio - Elétrica de Palmas	Palmas	2.500
IMT	Curitiba	2
<b>TOTAL</b>	<b>46 USINAS</b>	<b>835.336</b>

Usinas eólicas em operação no Brasil (Posição de Novembro/2010).

Fonte: ANEEL ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)) Acesso em 18/10/2010.

## 10 – Eólicas na Bahia

### 10.1 – O Estado da Bahia

A Bahia ocupa a porção mais meridional da região Nordeste do Brasil. É o quinto estado brasileiro em área territorial com 564.830,86 km<sup>2</sup>, onde vive uma população de 14 milhões de pessoas. O território baiano se situa entre as latitudes 18°20'07" S e 8°32'00" S e entre as longitudes 46°36'59" W e 37°20'37" W. Seus pontos extremos abrangem distâncias de 1013 km no sentido Leste-Oeste, e 1088 km no sentido Norte-Sul. O litoral, com extensão da ordem de 1000 km.

A Bahia se encontra na região de transição entre distintos regimes de ventos: mais ao norte atuam os ventos alísios – os que convergem para a depressão barométrica equatorial, e mais ao sul predomina a dinâmica da interação entre o centro de altas pressões Anticiclones Subtropical do Atlântico Sul e as incursões de massas polares.

### 10.2 – A Geografia da Bahia

Partindo-se do leste, a faixa atlântica da Bahia possui uma área extensa, sem grandes elevações e com uma aerodinâmica rugosa pela cobertura vegetal. Na parte central do estado, surgem as chapadas de sentido norte-sul bastante elevados, onde ocorrem importantes áreas de baixa rugosidade. Das chapadas, o relevo desce até o vale do São Francisco. Em seguida o relevo sobe para o extremo oeste, onde se encontra uma extensa área plana com altitudes próximas a 1000 metros, recoberta por agricultura intensiva e pouco rugosa.

Ao longo da extensão litorânea da Bahia, o relevo não constitui obstáculo à progressão dos ventos e brisas marinhas, pois predominam altitudes inferiores a centena de metros e, em raros locais, a altitude ultrapassa 300 metros. Entretanto, ao longo de uma ampla faixa junto à costa, predomina uma vegetação adensada e relativamente alta, cuja vegetação possui uma rugosidade que reduz a intensidade dos ventos médios de superfície.

Na extensa área dos chapadões centrais, especialmente da Chapada Diamantina, as altitudes são superiores a 1000 metros, podendo chegar a 1500 metros em algumas regiões, capazes de acelerar os ventos. Possuem vegetação rarefeita com campos e arbustos baixos, combinando pouca rugosidade com grandes elevações.

O Vale do São Francisco é abrigado pelas chapadas ao longo de grande extensão, tornando-se aberto e mais plano na região da represa de Sobradinho, onde a vegetação de savana e caatinga também apresenta baixa rugosidade. No extremo oeste baiano, há amplas áreas agrícolas com baixas rugosidades e terrenos bastante planos, apresentando elevações entre 800 a 1000 metros.

### 10.3 – Infra-Estrutura

Na capital Salvador, concentra-se 20% da população do estado da Bahia; existem ainda vazios demográficos importantes, notoriamente ao longo das regiões Norte e Oeste do estado; a fronteira Oeste é ocupada por intensa atividade agrícola moderna e de larga escala. Da mesma forma o Vale do São Francisco, onde faz divisa com o estado do Pernambuco, existe uma intensa atividade de agricultura irrigada para produção de frutas voltada para o mercado nacional e principalmente para o mercado internacional.

A oferta predominante de energia elétrica no estado da Bahia é oriunda do complexo de usinas hidrelétricas instaladas ao longo do Rio São Francisco, concentradas na região próxima ao seu extremo Nordeste.

## 11 – O Potencial Eólico na Bahia

O potencial eólico baiano, para produção de energia através dos ventos, bem como as ações estratégicas para atração e consolidação do mercado de aerogeradores no estado, estão sendo amplamente discutidos nos diversos setores, entre eles, a iniciativa privada e o governo do estado. A inserção da energia eólica na matriz energética da Bahia terá uma grande importância no desenvolvimento econômico do estado. Para viabilizar os investimentos, deverão ser discutidas as necessidades básicas de infra-estrutura para implantação de cada projeto eólico, além de discutir as questões do meio ambiente e as questões fundiárias.

O investimento em energia renovável é fundamental para o desenvolvimento sustentável. O Governo tem que apostar na diversificação da matriz energética e na ampliação da participação da energia renovável, assumindo uma política de incentivo forte para esse setor.

De acordo com a publicação Matriz Energética Nacional 2030, baseada no Plano Nacional de Energia 2030, do Ministério das Minas e Energia, a participação da energia eólica na oferta de eletricidade no Brasil deverá alcançar 1% em 2030, contra os 0,2% alcançados em 2005 onde a capacidade instalada das centrais movidas a vento deverão alcançar 4.682 MW. Esta projeção é considerada conservadora para muitos especialistas.

## 12 – Empreendimentos de Geração Eólica na Bahia

### 12.1 – Unidades da Renova Energia em Guanambi

Os parques serão implantados nos municípios de Caetitê, Guanambi e Igaporã, região do sudoeste baiano. A escolha do local se deu pela qualidade dos ventos e pelo fato da região apresentar uma área de quase um vazio demográfico, com baixa atividade econômica, basicamente agropecuária de subsistência, mas em geral realizada nas áreas mais baixas. Nas áreas mais altas praticamente, não existe nenhuma atividade econômica. Esses aspectos ajudam a reduzir o impacto sócio-ambiental junto às comunidades, o que é uma preocupação importante na viabilidade do projeto. Uma vantagem deste parque eólico é que não foi preciso desapropriar terras. As propriedades também não foram compradas. Elas foram arrendadas. O parque eólico não possui cercas e o

proprietário da terra pode desenvolver suas atividades normalmente, além de ter renda garantida por 20 ou 30 anos.

Inicialmente serão instalados 184 aerogeradores, cada uma com 80 metros de altura (o equivalente a um prédio com mais de 27 andares) e pás de 42 metros de extensão.

Os aerogeradores foram adquiridos da GE e têm potência instalada de 1,6 MW cada. As obras civis ficarão a cargo do consórcio Queiroz Galvão-Mercurius, e a montagem das linhas de transmissão será realizada pela ABB.

A estimativa é que na primeira fase, a energia produzida seja suficiente para atender 500 mil residências, ou aproximadamente dois milhões de habitantes, uma vez em operação, os 14 parques da Renova Energia formarão o maior complexo eólico do Brasil. O início da operação comercial está previsto para julho de 2012. Os contratos de compra e venda de energia, formalizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), tem prazo de 20 anos.

O conjunto de parques eólicos foram comercializados no Leilão de Energia de Reserva (LER) realizado em 2009. A energia anual a ser gerada pelo complexo, de 1.100 GWh/ano (Giga-watt-hora por ano), será capaz de atender a 650 mil residências, superior ao número de residências da população da região, de cerca de 400 mil pessoas. Essa energia será lançada no sistema interligado e será escoada por uma Instalação Compartilhada de Geração ICG, a ser construída pela Chesf.

### 12.2 – Eólica Pedra do Reino

O Agente Eólico Pedra do Reino S/A possui no seu empreendimento a capacidade de geração de 30MW, representado 0,0264% da capacidade de geração do país.

EOL Pedra do Reino, produtor independente de energia elétrica, localizada em Sobradinho, no estado da Bahia terá quinze unidades aerogeneradoras. Cada torre gerará 2MW, totalizando 30MW que será o suficiente para iluminar seis mil residências de classe média, e representa energia suficiente para iluminar uma cidade com cerca de 50 mil habitantes.

O sistema de transmissão é constituído de uma subestação elevatória de 34,5kV para 230kV; Linha de Transmissão cerca de 15 km de extensão, em circuito simples, interligando a subestação elevatória ao barramento de 230kV da CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco.

No leilão de energia, cada MW foi negociado a R\$152,00; empresas envolvidas: Eólica Tecnologia e Gestamp Eólica.

Além de Sobradinho, o município de Brotas de Macaúbas, situado na região da Chapada, tem previsão de inclusão de um parque eólico nos próximos anos. Com um investimento estimado em R\$ 400 milhões, o Parque Eólico da Bahia, localizado no município de Brotas de Macaúbas, deve começar a funcionar em julho de 2011. Ao todo são três usinas com capacidade de geração de 90 MW de energia elétrica a partir da força dos ventos. A expectativa é que o parque gere 300 empregos diretos na fase de implantação do projeto e mais 30 na de operação. O faturamento anual estimado é de R\$41 milhões. O projeto é do grupo Desenvix.

### 13 – Leilões de Energia Eólica - Evolução Histórica

#### 2005 – 1º LEN (Leilão de Energia Nova)

PCH	48 MW
BIOMASSA	189 MW
EÓLICA	0 MW

#### 2006 – 2º e 3º LEN (Leilão de Energia Nova)

PCH	132 MW
BIOMASSA	418 MW
EÓLICA	0 MW

#### 2007 – 1º LFA (Leilão de Fontes Alternativas) 4º e 5º LEN (Leilão de Energia Nova)

PCH	102 MW
BIOMASSA	447 MW
EÓLICA	0 MW

#### 2008 – 1º LER (Leilão de Energia de Reserva) 6º e 7º LEN (Leilão de Energia Nova)

PCH	0 MW
BIOMASSA	2.470 MW
EÓLICA	0 MW

2009 – 8° LEN (Leilão de Energia Nova) 2° LER (Leilão de Energia de Reserva)

PCH	6 MW
BIOMASSA	45 MW
EÓLICA	1.806 MW

No segundo leilão de energia de reserva que ocorreu em dezembro de 2009, o valor do MWh para a eólica foi de R\$148,53.

2010 – 10° LEN (Leilão de Energia Nova) 3° LER (Leilão de Energia de Reserva) e 2° LFA (Leilão de Fontes Alternativas)

PCH	211 MW
BIOMASSA	713 MW
EÓLICA	2.048 MW

No terceiro leilão de energia de reserva que ocorreu em agosto de 2010, o valor do MWh para a eólica foi de R\$122,69.

No segundo leilão de fontes alternativas de energia, o valor do MWh foi de R\$134,46.

Totalizando 8.634 MW de energia contratada, sendo que 3.854 MW de energia através de fonte eólica em menos de 12 meses, com uma redução de 18% no preço.

PCH	499 MW
BIOMASSA	4.281 MW
EÓLICA	3.854 MW

A partir da comparação com o preço teto para o 2° leilão de energia de reserva, onde a expectativa oficial foi de R\$189,00 por MWh, verifica-se que houve uma redução de 35% do preço.

Fonte: EPE, 2010

## 14 – Ambientes de Contratação

A comercialização de energia no Brasil é realizada em dois ambientes, o regulado e o livre. No ambiente regulado, a comercialização ocorre por meio de leilões públicos realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, a CCEE. Os preços e montantes de energia são regulados e os contratos devem suprir 100% (cem por cento) da carga prevista das distribuidoras. No caso do ambiente de contratação livre, os preços são negociados bilateralmente e com condições livremente negociadas. Podem participar desse ambiente as geradoras, comercializadoras e consumidores com demanda contratada igual ou superior a 3.000kW, ligado em nível de tensão igual ou superior a 69kV.

Consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito cuja carga seja maior ou igual a 500 (quinhentos) kW, poderão comercializar energia elétrica com os empreendimentos com potência igual ou inferior a 1.000 (mil) kW e aqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 (trinta mil) kW.

Portanto, a energia eólica está cada vez mais perto do mercado livre. Com o preço atingido pela energia gerada pela força dos ventos nos últimos leilões promovidos pelo governo, cerca de R\$133 por MWh, valor esse considerado competitivo, uma das metas agora é preparar melhor a fonte eólica para a negociação no mercado livre de energia.

Deverá ser levado em questão algumas de suas vantagens como a complementaridade com as hidrelétricas e o fato de a geração ao longo do dia acompanhar a curva de carga, com mais ventos no horário de ponta.

Alguns pontos são importantes e também devem ser levados em consideração num ambiente de contratação livre para as eólicas, entre eles, a garantia física dessa energia, por se tratar de uma fonte sazonal dependente do regime dos ventos.

### 14.1 – ACL Ambiente de Contratação Livre

Contratos entre agentes vendedores e consumidores livres. Para esse tipo de contrato ocorre a competição no mercado. Os preços são livres e estabelecidos entre os contratantes.

#### 14.2 – ACR Ambiente de Contratação Regulada

Contratos entre agentes vendedores e distribuidoras. Para esse tipo de contrato ocorre a competição pelo mercado. Os preços são regulados, estabelecidos e limitados pelo poder concedente.

Possibilidades de Contratação no Ambiente de Contratação Regulada:

Os Leilões de Fontes Alternativas (LFA) podem fazer contratos com duração entre 10 a 30 anos e com início de suprimento variando de 1 a 4 anos.

Os Leilões de Energia de Reserva (LER) podem fazer contratos com duração até 35 anos e com início de suprimento definido através de uma portaria específica.

Os Leilões de Energia Existente (A1) podem fazer contratos com duração entre 5 a 15 anos e com início de suprimento iniciando no ano seguinte.

Os Leilões de Energia Nova (LEN A3) podem fazer contratos com duração entre 5 a 15 anos e com início de suprimento em 3 anos.

Os Leilões de Energia Nova (LEN A5) podem fazer contratos com duração entre 5 a 15 anos e com início de suprimento em 5 anos.

Também existem as chamadas públicas da Geração Distribuída que podem fazer contratos com duração e início de suprimento a serem definidos pela distribuidora.

As condições para a chamada pública são:

Contratação limitada a 10% (dez por cento) do mercado nos últimos doze meses e o repasse limitado ao valor de referência – VR, que para o exercício do ano de 2010 foi de R\$145,41.

Foi instituído pela Lei 9.427/1996 e alterada pela Lei 11.488 de 2007, que para os empreendimentos hidroelétricos com potência igual ou inferior a 1.000 (mil) kW e para aqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa e co-geração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 (trinta mil) kW, a ANEEL estipulará percentual de redução não inferior a 50% (cinquenta por cento) a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de



distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos aproveitamentos.

Nos empreendimentos com potência igual ou inferior a 1.000 (mil) kW e naqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 (trinta mil) kW, será possível comercializar energia elétrica com consumidor ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito cuja carga seja maior ou igual a 500 (quinhentos) kW, independentemente dos prazos de carência constantes do art. 15 da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995, observada a regulamentação da ANEEL, podendo o fornecimento ser complementado por empreendimentos de geração associados às fontes acima citadas, visando a garantia de suas disponibilidades energéticas, mas limitado a 49% (quarenta e nove por cento) da energia média que produzirem. A esse conjunto de unidades consumidoras deverão estar localizados em áreas contíguas ou possuírem o mesmo CNPJ.

O consumidor especial é aquele cuja unidade ou conjunto de unidades consumidoras do grupo A, que são integrantes do mesmo submercado no SIN, cuja carga é maior ou igual a 500kW.

### 15 – Usinas Nucleares no Nordeste

Até o início de 2011, previa-se um "renascimento" da energia atômica. Uma nova fase de acelerada multiplicação de reatores e plantas nucleares pelo mundo já se desenhava. A opção vinha sendo tratada como "limpa" (pelo menos em termos de emissões de dióxido de carbono) e tida como a única forma realista de se cortar rapidamente a dependência de combustíveis fósseis, sem que o planeta parasse. O desastre em Fukushima alterou drasticamente esse quadro. Agora, ninguém parece mais acreditar em um aumento substancial da percentagem de energia elétrica gerada por meio de tecnologia nuclear (atualmente esta fração é de 15% em termos globais). Há, inclusive, muita pressão no sentido da redução de utilização desta fonte.

O Plano Nacional de Energia 2030 prevê a construção de mais duas usinas nucleares no nordeste até o ano de 2030.

A iniciativa, no entanto, é vista como preocupação por muitos especialistas em energia nuclear. A avaliação é de que esse tipo de energia não é segura, ambientalmente inviável e nem traz benefícios econômicos. A justificativa para a instalação de usinas nucleares no nosso país diz respeito à necessidade de energia elétrica para os próximos anos. Esta expansão da oferta de energia é dirigida principalmente para um segmento do setor industrial, que consome 40% (quarenta por cento) de toda a energia consumida no país. Os interesses em jogo estão relacionados à questão econômica, aos interesses bastardos de grupos sociais que pretendem manter seus privilégios num mundo que está vivendo seu limite de crescimento.

A instalação de usinas nucleares no nordeste do Brasil pode ser um grande equívoco da atual política energética brasileira.

Os custos de uma usina nuclear crescem proporcionalmente ao nível de confiabilidade exigido. Quanto menor for o investimento na segurança do suprimento energético, maior será a exposição aos riscos das catástrofes naturais, das falhas humanas e das falhas mecânicas e elétricas que podem ocorrer na instalação.

Recentemente ocorreu um acidente no Japão, onde os especialistas confirmaram a necessidade de novos esforços tecnológicos para aumentar a segurança das instalações. A energia nuclear não é competitiva e não sobrevive sem subsídios. Os custos são altíssimos. Geralmente o valor do orçamento de uma usina nuclear está aquém dos valores finais da obra, podendo correr o risco de subestimar os custos de armazenamento dos resíduos.

As energias renováveis deveriam ser encaradas como a grande solução para a questão energética. O Brasil já é capaz de produzir em quantidade este tipo de energia e tem a capacidade de resolver problemas atuais do setor elétrico.

O pico de consumo causado por chuveiros elétricos, por exemplo, poderia ser reduzido, beneficiando a todos, inclusive as concessionárias de energia. Assim a demanda poderia ser mais balanceada e o fator de carga seria elevado.

#### 16 – Vantagens e Desvantagens da Energia Eólica

A utilização da energia eólica comporta numerosas vantagens face às energias tradicionais e mesmo em comparação com outros tipos de energias renováveis, em função do seu maior desenvolvimento.

As principais vantagens da energia eólica são as seguintes:

#### 16.1 – Vantagens para a sociedade em geral

- É inesgotável;
- Não emite gases poluentes nem gera resíduos;
- Diminui a emissão de gases de efeito de estufa (GEE).
- A energia eólica preserva recursos hidráulicos;

#### 16.2 – Vantagens para as comunidades onde se inserem os parques eólicos

- Os parques eólicos são compatíveis com outros usos e utilizações do terreno como a agricultura, criação de gado ou preservada como habitat naturais;
- Criação de emprego;
- Geração de investimento em zonas desfavorecidas;
- Desenvolvimento económico rural;

#### 16.3 – Vantagens para o Estado

- Pode ser utilizada para o fornecimento de energia para pequenas populações onde não há acesso de energia direto;
- É uma das fontes mais baratas de energia podendo competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais.

#### 16.4 – Vantagens para os Empreendedores

- Os aerogeradores requerem pouca manutenção, uma vez que só se procede à sua revisão a cada seis meses;
- Boa rentabilidade do investimento.

#### 16.5 – Principais Desvantagens da Energia Eólica

- A intermitência, ou seja, nem sempre o vento sopra quando a eletricidade é necessária, tornando difícil a integração da sua produção no programa de exploração;

- Provoca um impacto visual considerável, principalmente para os moradores ao redor, pois a instalação dos parques eólicos gera uma grande modificação da paisagem;
- Impacto sobre as aves do local: principalmente pelo choque destas nas pás, efeitos desconhecidos sobre a modificação de seus comportamentos habituais de migração;
- Impacto sonoro: o som do vento bate nas pás produzindo um ruído constante (43dB(A)). As habitações mais próximas deverão estar, no mínimo a 200m de distância.

### 17 – Restrições Ambientais

Quando a área do projeto e a localização dos aerogeradores estão determinadas, é necessária a aprovação do projeto também por órgãos ambientais competentes. Para tanto, vários estudos de impacto ambiental têm que ser realizados segundo exigências da legislação.

Os relatórios exigidos são: Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Nos relatórios estão presentes o levantamento dos recursos hídricos, arqueológicos, uso e ocupação do solo, fauna e flora. Um mecanismo utilizado em casos emergenciais para agilizar os empreendimentos é o Relatório Ambiental Simplificado (RAS), onde são analisados de forma simples e rápida os aspectos anteriormente citados.

Caso todas as exigências sejam atendidas, o órgão ambiental emite um documento chamado de Licença Prévia, também conhecida como LP. Porém a licença prévia ainda não é o documento definitivo para a liberação da área para a construção. É necessário atender outras exigências até o recebimento da Licença de Instalação (LI), que é o documento que formaliza o cumprimento de todas as exigências ambientais na execução das obras.

## 18 – Conclusão

O mercado de energia elétrica no Brasil tem demonstrado uma taxa de crescimento ano após ano. Para o período de 2009 a 2010, o crescimento do consumo de energia elétrica foi de 8,1%, sendo a região nordeste a que teve o maior percentual de aumento no consumo deste insumo.

Atualmente, a demanda de energia elétrica do nordeste só é plenamente atendida graças à capacidade de importação de outras regiões, principalmente do subsistema norte.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010), o crescimento do consumo de energia elétrica no nordeste será de 5,4% ao ano para o período de 2010-2019.

Para atender a crescente necessidade de oferta de energia elétrica no nordeste, temos como alternativa o aproveitamento das fontes renováveis, principalmente a eólica, diante do iminente esgotamento do potencial hidrelétrico dos rios nordestinos.

O mercado mundial da energia eólica está desacelerado. Com a redução da demanda internacional por equipamentos fez com que os fabricantes se voltassem para o mercado brasileiro, oferecendo condições vantajosas de preços. Percebe-se no cenário nacional que esses fabricantes, alguns deles sócios dos empreendimentos, estão reduzindo o seu retorno financeiro para se firmarem no mercado brasileiro. A moeda brasileira está mais forte e o dólar em queda, o que ajuda a contribuir na compra desses equipamentos, reduzindo o preço de implantação dessa tecnologia tornando a energia eólica uma fonte promissora para os próximos anos.

Essa realidade pode ser confirmada conforme demonstrado no segundo Leilão de Reserva (leilão 03/2009) realizado em dezembro de 2009 e concretizado também no terceiro Leilão de Reserva (leilão 05/2010) e no segundo Leilão de Fontes Alternativas 2010 (07/2010), realizados em agosto de 2010, nos quais foram contratadas 70 centrais eólicas, com potência instalada de 2.048 MW, abrindo perspectivas para o incremento da utilização do recurso eólico no nordeste, atraindo investimentos em novos empreendimentos nesse setor.

O sistema eólico do Brasil é um importante complemento para a geração de energia hidráulica, porque pode operar especialmente na época em que os reservatórios das usinas estiverem baixos. Na época que chove mais é que venta menos. A energia eólica pode ser usada para estocar água nos reservatórios da Bacia do São Francisco, na Bacia do Tocantins, entre outras, bastando para isso que se tenha o sistema de conexão interligado.

A energia eólica poderá resolver a questão do uso da água do Rio São Francisco quanto à finalidade de irrigação e geração de eletricidade. As centrais eólicas instaladas no nordeste poderão produzir grandes quantidades de energia elétrica evitando utilizar a água do Rio São Francisco, onde existem grandes projetos de irrigação nas suas margens e ainda aguarda o projeto de transposição de suas águas, o que poderá causar um grande impacto no volume de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas, conseqüentemente, prejudicarem o fornecimento de energia para a região.

A análise dos dados de vento de vários locais no nordeste confirma as características dos ventos comerciais chamados trade-winds existente na região, com velocidades médias de vento, pouca variação nas direções do vento e pouca turbulência durante todo o ano.

O potencial de geração elétrica estimado para a fonte eólica alcança no nordeste 75.000 MW, segundo dados do CEPEL em 2001, o que representa a metade da capacidade estimada para o país, o que torna a região importante no processo de complementaridade do sistema elétrico nacional.

## 19 – Referências Bibliográficas

- 1) MME – Ministério das Minas e Energia  
Site: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)
- 2) EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
Site: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)  
Série Estudos de Energia Nota técnica DEA 03/11  
Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os próximos 10 anos (2011-2020) Rio de Janeiro, Fevereiro de 2011
- 3) CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – ELETROBRAS  
[www.cepel.br](http://www.cepel.br)
- 4) BNB – Banco do Nordeste do Brasil S/A  
Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE  
Coordenadoria de Estudos de Indústria e Serviços – CEIS
- 5) BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento
- 6) SEINFRA – Secretaria de Infra Estrutura da Bahia
- 7) Word Wind Energy Report 2008
- 8) Grupo Renova Energia
- 9) ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica
- 10) Ministério da Fazenda – Receita Federal
- 11) Eólica Tecnologia
- 12) Gestamp Eólica
- 13) Wind Fórum Brazil 2011
- 14) CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica  
Site: [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)
- 15) SBPE – Sociedade Brasileira de Planejamento Energético  
Estudos de Viabilidade Econômica para Projetos Eólicos com Base no Novo Contexto do Setor Elétrico  
Revista Brasileira de Energia – Volume 9 n° 1

## 16) Delloitte

Revista Mundo Corporativo Deloitte – JANEIRO a MARÇO 2011  
Alternative Thinking 2011 – A Look at 10 of the Top Issues and Trends in Renewable Energy

## 17) Serasa

Serasa Experian  
Setorise – Setorial Serasa Julho/2010  
Energia Elétrica – Geração Janeiro/2011

## 18) Revista Brasil Renergy

Ano 1 número 5 2011  
[www.renergybrasil.com.br](http://www.renergybrasil.com.br)

## 19) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

## 20) COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

Estado da Bahia Atlas do Potencial Eólico Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento  
COELBA-ANEEL.