

# ENERGIA EÓLICA: HISTÓRICO, COMPETITIVIDADE E IMPLANTAÇÃO ATRAVÉS DE UMA VISÃO MULTIDISCIPLINAR E DE LONGO PRAZO

André Souza Oliveira<sup>1</sup>, Osvaldo Lívio Soliano Pereira<sup>2</sup> e Daniel Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aluno do Mestrado de Energia na Universidade Salvador (UNIFACS)

<sup>2</sup> Professor Titular da Universidade Salvador (UNIFACS),

<sup>3</sup> Professor da Universidade Salvador (UNIFACS).

**RESUMO:** A Energia Eólica desponta globalmente, como uma das principais opções no complexo cenário energético de hoje e do futuro. Alguns países têm se destacado no seu uso, obtendo resultados expressivos e o Brasil começa a debutar neste meio. O presente trabalho tem como objetivos: apresentar o nível de competitividade e histórico desta fonte, constatar os benefícios gerados em diversos setores que a implantação, através de uma visão multidisciplinar e de longo prazo, que a nova cadeia de negócios de Eólica, pode trazer para o País.

**Palavras chave:** energia eólica, cadeia de negócio, política energética, modelo, fontes renováveis

**ABSTRACT:** Wind Power is emerging globally as one of the main options in the complex energy scene today and tomorrow. Some countries have distinguished themselves in their use with expressive results and Brazil begins to debut this medium. This study aims to: provide the level of competitiveness and history of this source, see the benefits in various sectors that deployment, through a multidisciplinary approach and long term that this new business chain of wind can bring to the country.

**Keywords:** wind energy, business chain, energy policy, model, renewable energy

## Introdução

Nos dias de hoje, está transparente na sociedade Brasileira, a preocupação com o meio ambiente. No primeiro turno da eleição Presidencial Brasileira de 2010, a expressiva votação (mais de 19,6 milhões de votos [Tribunal Superior eleitoral]) da Candidata Marina da Silva, que simboliza esta luta, confirma esta visão. A questão energética, com toda sua complexidade, envolvendo: segurança, custo, demanda crescente<sup>1</sup>, mudança climática e sustentabilidade esta dentro deste contexto. Com ela, vem à tona a necessidade de diversificar, ampliar e popularizar o uso das energias renováveis, de baixo impacto ao planeta, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável.

A presença de fontes renováveis na matriz energética Brasileira é evidente, possuindo um longo histórico de relevante participação, principalmente as oriundas de hidroeletricidade e da cana de açúcar<sup>2</sup>. Porém, há poucos anos, ocorreu um período de seguidos leilões, em que os combustíveis fósseis para fins de geração termoelétrica passaram a ser o destaque<sup>3</sup>. As premissas de segurança energética e das dificuldades de licenciamento de novas hidroelétricas redirecionavam o País para um novo modelo, não renovável, na contra mão do mundo e da sua própria história. Felizmente, os leilões mais recentes, voltaram a direcionar o país para o caminho que tradicionalmente vinha trilhando: um modelo de energia renovável<sup>4</sup>.

Corroborando para este retorno, o novo plano decenal de energia, PDE 2019 [Ministério das Minas e Energia], propõe um cenário de expansão planejada, isenta de combustíveis fósseis. Garantir que esta proposta realmente aconteça é fundamental para a inserção definitiva do país dentro de uma política de sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> O denominado Cenário de Referência projetado, a nível Global, um crescimento médio anual de 1,6% entre 2006 e 2030 de energia primária. Já para América Latina prevê 2% [International Energy Agency].

<sup>2</sup> A participação das energias renováveis no Brasil em energia primária: 58,4% (1970), 45,6% (1980), 49,1% (1990), 41% (2000) e 47,3% (2009) [Empresa de Pesquisa Energética].

<sup>3</sup> Na expansão contratada traçava um cenário com 12.175 MW de expansão com fontes fósseis e somente de 6.805 MW de fontes alternativas [Empresa de Pesquisa Energética].

<sup>4</sup> No segundo leilão de compra de energia de reserva voltado para eólica realizado em 2010, 71 empreendimentos foram contratados, acrescentando 1.805,7 MW de potência ao sistema, ao preço médio de R\$ 148,39/MWh [Ministério das Minas e Energia].

Porém, estas ações podem não ser suficientes, pois quando se analisa o portfólio energético Brasileiro, observa-se uma grande lacuna, decorrente do baixo nível de desenvolvimento da cadeia da energia eólica no país. Uma fonte renovável, de grande potencial, de grande difusão e rápido crescimento a nível mundial e de boa competitividade em relação a custos de geração.

A partir dessas constatações e lacunas apresentadas, o presente trabalho tem como objetivos: apresentar o nível de competitividade e histórico desta fonte, constatar os benefícios gerados em diversos setores que a implantação através de uma visão multidisciplinar e de longo prazo, que esta nova cadeia de negócios de Eólica, pode trazer para o País.

Para esta análise, será fundamental ter como base uma visão multidisciplinar e de longo prazo, identificando as oportunidades decorrentes da análise de cada um dos aspectos relevantes para o país ter sucesso na implantação da energia eólica como nova cadeia econômica. A abordagem passará por questões tecnológicas, potencial e custo de geração, demanda energética, regulação, políticas públicas, impacto ambiental, mercado de trabalho, educação, P&D, financiamento, cadeia de negócio e infraestrutura.

### **Uma visão comparativa entre a energia eólica e outras fontes de energia**

Nos dias de hoje, plantas comerciais de energia eólica encontram-se permeadas em quase 80 países [Global Wind Energy Council]. Esta difusão ocorreu principalmente neste século (ver tabela 1), saltando de uma capacidade instalada de 17,4 GW em 2000 para 158 GW em 2009. Mesmo num ambiente de crise mundial deflagrada em 2008, este setor cresceu 41% em 2009 em comparação a 2008 [REN21]. Estes valores, apesar de fazerem abrir os olhos, são modestos quando comparados com fontes tradicionais como carvão, gás natural, biomassa, hidroelétrica e petróleo<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Em 2007, a energia eólica, representou apenas 1,1% da geração em TWh, mas pode chegar a 4,9% em 2030, conforme Cenário de Referência e até 18,8% no Cenário Avançado [Global Wind Energy Council].

**Tabela 1 – Energia Eólica: 10 maiores mercados mundiais e o Brasil por Capacidade Instalada Acumulada (MW)**

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. China	224	268	346	402	469	567	764	1260	2599	5910	12020	25805	42287
2. EUA	1927	2492	2578	4275	4685	6372	6725	9149	11575	16824	25068	35064	40180
3. Alemanha	2875	4442	6113	8754	11994	14609	16629	18415	20622	22247	23897	25777	27214
4. Espanha	834	1812	2235	3337	4825	6203	8264	10028	11623	15131	16689	19149	20676
5. Índia	n.d.	n.d.	220	1456	1702	2125	3000	4430	6270	7845	9655	10926	13065
6. Itália	180	277	427	682	788	905	1266	1718	2123	2726	3736	4850	5797
7. França	19	25	66	93	148	257	390	757	1567	2454	3404	4492	5660
8. Reino Unido	333	362	406	474	552	667	904	1332	1962	2406	2974	4051	5204
9. Dinamarca	1443	1771	2417	2489	2889	3116	3118	3128	3136	3125	3163	3465	3752
10. Portugal	60	61	100	131	195	296	522	1022	1716	2150	2862	3535	3702
<b>Brasil</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>237</b>	<b>247</b>	<b>341</b>	<b>606</b>	<b>931</b>

<b>Mundo</b>	<b>10200</b>	<b>13600</b>	<b>17400</b>	<b>23900</b>	<b>31100</b>	<b>39431</b>	<b>47620</b>	<b>59091</b>	<b>74052</b>	<b>93835</b>	<b>120297</b>	<b>158505</b>	<b>194390</b>
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------

Fontes: REN 21, IEA, GWEC – Global Wind Report 2009 e 2010

Uma primeira e fundamental abordagem para enxergar o papel da energia eólica no futuro é mensurar o potencial de geração global e compará-lo a demanda, de forma que tenhamos uma visão mais clara de que Países ela tem maior possibilidade de expansão. O estudo realizado em 2008 pela consultoria Ecofys para o REN 21 demonstra que todos os continentes possuem bom potencial técnico [Ecofys / REN21]. A tabela 2 demonstra que tanto a energia solar, quanto a energia eólica tem grande potencial futuro de geração.

Especificadamente para o Brasil, o potencial é atualmente estimado em 143 GW [CEPEL, 2001], apesar dele requerer uma atualização, visto que as alturas atuais das torres serem maiores do que as tomadas de vento realizadas à época. Apesar da energia solar possuir um potencial de geração maior, em termos de custo, somente próximo a 2050 é esperado alcançar valores aos atuais da eólica [Greenpeace / EREC].

Tabela 2 – Potencial técnico em EJ/ano para geração elétrica para o longo prazo

	Am. do Norte	Europa	África e Or. Médio	Ásia	Am. Latina	Oceania	Mundo
Eólica onshore	156	83	33	10	40	57	379
Solar fotovoltaica	72	133	863	254	131	239	1.693
Hidroelétrica	5	12	8	14	10	1	50
Energia primária (2002)	93	111	44	100	24	31	402

Fonte: Ecofys / REN21

Do ponto de vista de custo de geração, já é possível verificar a boa competitividade da energia eólica, visto que nos últimos leilões ocorridos no Brasil, ela foi o grande destaque. Especificamente no segundo Leilão de Fontes alternativas, ocorrido em 26/08/2010, foram comercializadas 50 usinas com 643,9 MW médios a um preço médio de R\$ 134 / MWh, bem menor do que os R\$ 231 / MWh para o Parque Eólico de Osório do Proinfa (JÚNIOR 2009). Apenas um projeto, cuja fonte é a Biomassa venceu, com 22,3 MW médios. Já as PCHs, comercializaram apenas 48,1 MW médios [Energia Hoje]. Numa análise com abrangência mais global, a tabela 3 apresenta o nível de competitividade por fonte [REN 21]. Para Blanco (2008), a faixa de custos para a eólica se situa entre 4,5 e 8,7 € centavos / kWh. Já Milborrow (2008) apresenta custos de 4,9; 4,1; e 6,6 € centavos / kWh respectivamente para gás natural, carvão e energia nuclear em 2007.

Convém salientar que alguns estudos, como ExterE, alertam para o fato de que nem todos os custos estão dimensionados nestes modelos convencionais comparativos, permitindo que a eólica seja mais competitiva ainda<sup>6</sup>. Blanco (2008) também alerta nesta direção: um valor de CO<sub>2</sub> a 30 € /ton tenderia a colocar a energia eólica como o melhor custo benefício. Numa visão de longo prazo e em um ambiente de contínua inovação tecnológica, é possível uma redução de custos de 17% até 2030, tornando-a ainda mais competitiva [IEA].

Tabela 3 – Status dos Custos das Renováveis, conforme tipo de tecnologia

<b>Tecnologia</b>	<b>Custo típico da energia (centavos de dólar EUA / kWh)</b>
Hidroelétrica de grande porte	3-5
PCH	5-12
Eólica onshore	5-9
Eólica off-shore	10-14
Biomassa	5-12
Geração Geotérmica	4-7
Solar fotovoltaica de escala de uso residencial	20-50
Usina Solar fotovoltaica de larga escala	15-30
Usina de Energia Solar Térmica Concentrada	14-18

Fonte: REN21 – Renewables 2010 Global Status Report

<sup>6</sup> O objetivo do estudo em referência foi quantificar custos externos (também conhecido como externalidades) em função dos impactos decorrentes da produção e consumo das diversas fontes energéticas, enxergando todo o ciclo de vida. Eles estão voltados ou para a saúde humana ou ao meio ambiente. No estudo realizado em 2003, foram quantificados os custos na União Européia, apresentando valor que mostram que enquanto a energia eólica pode ter o custo adicional de até 0,25 (€ centavos por kWh), enquanto que carvão pode alcançar 10; GN, 4; Biomassa, 5; PV, 0,6; petróleo, 11 e hidroelétrica 1 [EUROPEAN COMMISSION].

Do ponto de vista de impacto ao meio ambiente, o ponto de equilíbrio em termos do ciclo de vida de emissão de CO<sub>2</sub> ocorre em menos de um ano [BP], com baixíssimo consumo de água no processo de geração (ela usa 0,004 litros/kWh, enquanto que a nuclear, carvão, petróleo e PV respectivamente usam: 2,3; 1,9; 1,6 e 0,11 [Windustry]).

O mercado de trabalho também é bastante favorecido por este crescimento. Estudo mostra a geração de 15 empregos anuais por MW, incluindo a construção, fabricação e instalação, ficando atrás apenas da energia solar fotovoltaica que gera 38,4. Geração por carvão, gás natural, hidroelétrica, solar térmica, geram respectivamente: 7,7; 1,5; 11,3 e 10 [Greenpeace / EREC]. Numa perspectiva global, ela saltou de 329 mil empregos em 2007 para 627 mil em 2009, com previsões ainda maiores para o futuro [GWEC 2010]. Outro fator relevante está no fato de que estas oportunidades ocorrem num nível mais alto de especialização. Faulin et al (2005) demonstram que apenas 9% dos empregos são para trabalhadores não qualificados e 91% são de gerentes, staff técnico e trabalhadores qualificados, permitindo ao mercado de trabalho ter um saldo qualitativo além de trazer oportunidades para o setor educacional, através de novos treinamentos e especializações. Como os perfis de habilidades são novos (Moreno 2006) é importante que haja um planejamento antecipado de maneira que não ocorra a escassez de mão de obra (Blanco 2009). Diversas oportunidades de negócios também aparecem em toda a cadeia de negócio e para todo tipo de perfil de empresa (grandes, médias e pequenas).<sup>7</sup>

## **Histórico da Energia Eólica**

Analisando a partir de uma perspectiva global, a energia eólica apresenta situações bem distintas de implantação. Diversos exemplos podem ser citados, como a Dinamarca, que possui longa história; a Espanha e a Alemanha que dominam o cenário Europeu neste século; China, de sucesso recente e alta velocidade de implantação; EUA que, devido a sua característica de iniciativa e empreendedorismo, está na dianteira de aplicações de pequeno e grande porte; além, do Brasil, que após a tentativa do Proinfa, parece querer despontar.

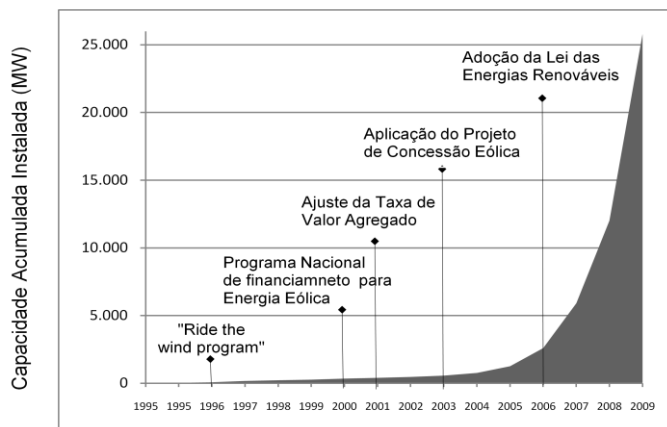
---

<sup>7</sup> No estudo realizado por Blanco (2009), as oportunidades são distribuídas, conforme estes perfis de empresas: indústria de montagem (37%), fabricação de componentes (22%), desenvolvimento (16%), instalação e O&M (11%), serviços de energia (9%) consultoria e engenharia (3%), universidade e P&D (1%), área financeira (0,3%).

O estudo de Wachsmann e Tolmasquin (2003) propõe a experiência Alemã como modelo da transição para a energia eólica no Brasil, destacando a necessidade de uma política de longo prazo. Fala da importância dos programas iniciais: Pró-eólica e Proinfa. Dutra (2008) também discorre neste sentido, além de propor três opções de programas de longo prazo com metas de redução de emissões, desenvolvimento de indústria local e otimização dos sistemas existentes.

Já o exemplo da China, é emblemático. Mostafaeipour (2010) chama a atenção para a Nova Lei de Renováveis de 2006 e, ainda destaca o modelo de concessão, as metas de longo prazo e o incentivo à produção doméstica. Naquele momento, fabricantes Chineses já começavam a iniciar um processo de exportação. Hoje, eles já estão entre os maiores do mundo<sup>8</sup>. Outros autores também abordam o sucesso da China neste setor. Changliang e Zhanfeng (2009) mostram a importância da visão de longo prazo e apontam os marcos<sup>9</sup> relevantes para o seu desenvolvimento. O gráfico 1 traça um paralelo entre estes marcos e o crescimento da capacidade instalada de energia eólica.

Gráfico 1 – Marcos regulatórios x Capacidade Acumulada Instalada na China



Fontes: Changliang e Zhanfeng (2009) e CESP (2007)

<sup>8</sup> Participação de mercado de 2009: Vestas (Dinamarca) com 13%; GE Wind (EUA) com 12%; Sinovel (China) com 9%; Enercon (Alemanha) com 9%; Goldwind (China), Dongfang (China) e Gamesa (Espanha) com 7% cada uma; Suzion (Índia) e Siemens (Alemanha) com 6% cada e RePower (Alemanha) com 3%. As demais possuem 21% [REN21].

<sup>9</sup> Principais Marcos: "Ride the Wind Program" em 1996 para importar tecnologia e estabelecer empresas locais para produção de turbinas; o Programa de Financiamento de 2000 para encorajar o desenvolvimento de fabricantes locais; o Projeto de Concessão em Energia Eólica que selecionou projetos de larga escala com prazo de 20 anos, com garantia governamental compra total, com ênfase em projetos que tivessem produção doméstica. Em 2006, foi colocada em prática a Lei das Energias Renováveis, requerendo que os operadores de rede comprassem o montante total da energia gerada pelos produtores registrados, além de reduzir a taxa de valor agregado.

Liu e Kokko (2010) ressaltam que desde 2005, a capacidade dobra anualmente, decorrente do nível de sofisticação e robustez das políticas Chinesas. Como um dos resultados visíveis, aponta que as quatro maiores fábricas de turbina na China tiveram a capacidade de produzir 12 GW em 2009. Já Wang (2010), apresenta a significativa redução de custo obtida a partir desta abordagem de longo prazo: de um valor aproximado de 9 US\$ centavos/kWh nos projetos sem concessão, caiu para próximo a 7 US\$ centavos/kWh.

É claro que lacunas aparecem e podem se transformar em oportunidades. O potencial eólico da China encontra-se nas regiões norte e nordeste, enquanto que a área de demanda está ao sudeste. A expansão da rede é um fator fundamental para garantir que as altas taxas de crescimento do setor permaneçam acontecendo, conforme destacado por Wang (2010) e Yu & Qu (2010). Liu e Kokko (2010) destacam ainda que apenas 0,4% da energia consumida em 2008 foi a partir da eólica.

A Índia, apesar de não lograr o mesmo sucesso da China, também buscou de uma maneira estruturada abordar a questão. Kumar et al (2010) escreve que o chamado “Sexto Plano”, implantado entre 1983 e 1984 estabeleceu o marco inicial no país. Neste momento focavam avaliação dos recursos, estabelecendo projetos-piloto e provendo incentivos para torná-la competitiva. A estimativa é que ela possua um potencial de 46 GW. O uso desta fonte é bem variado, incluindo vários casos de pequenos geradores não conectados a rede. Neste estudo é identificada a necessidade da Índia de avançar no campo de P&D.

Nos EUA, com uma base industrial bem instalada e excelente histórico de P&D, direcionou, de acordo com Saidur (2010), os esforços para os chamados *Renewable Portfolio Standard (RPS)*, exigindo um aumento da participação dos renováveis. Em 2008, o Departamento de Energia dos EUA, estabeleceu um novo plano, decorrente do altíssimo potencial eólico existente no país: “20% Wind Energy by 2030”. Este plano [U.S. Department of Energy] aborda aspectos absolutamente relevantes: estabelecimento do “20% Wind Scenario”; capacidade de geração; avaliação do nível de tecnológica



existente; avaliação da rede e sua integração; capacidade fabril, materiais e pessoas habilitadas; localização e impactos ambientais; e de mercado.

Mudando o foco para a Europa, Montes (2007) dedica o sucesso da Espanha a uma política de longo prazo, melhor entendimento dos recursos e da tecnologia, que possibilitou tornar a Espanha uma exportadora de tecnologia, tendo a Gamesa como uma das líderes globais<sup>9</sup> em manufatura e a Iberdrola em destaque na área da operação de parques eólicos. A AEEólica (2010) aponta um fato bastante relevante: durante dois dias em 2009, mais de 40% da demanda da Espanha foi atendida pela energia eólica; e nos últimos meses do ano, ele se tornou a segunda fonte mais importante. Entre 2003 e 2009 a participação da energia eólica na geração, cresceu de 5,2% para 14,4%.

Conforme Buen (2006), a Dinamarca implantou uma série de instrumentos voltados tanto para o lado do suprimento, quanto demanda, além de elementos que permitissem o desenvolvimento tecnológico. Envolviam desde pagamento de até 35% dos custos de integração a rede, passando por subsídios decrescentes e de um programa de metas, que encaminharam a Dinamarca para ter mais de 20% da sua energia e; associado a parcerias privadas e P&D, pôde ter a Vestas como o principal fabricante mundial de turbinas<sup>10</sup> e uma base de conhecimento interno que permite a exportação de tecnologia.

A Alemanha inicia a implantação a partir da crise do petróleo de 1974, estabelecendo uma série de áreas foco: políticas públicas, metas, incentivos e P&D. Os resultados são evidentes e mostram a força na tecnologia que é exportada, além da própria competitividade do País (Saidur 2010).

## **Cadeia de Negócios**

Olhando para uma visão mais ampla, Lund (2009) busca investigar o impacto das políticas no crescimento da indústria de energia renováveis. A ligação entre políticas de

---

<sup>10</sup> Participação de mercado de 2009: Vestas (Dinamarca) com 13%; GE Wind (EUA) com 12%; Sinovel (China) com 9%; Enercon (Alemanha) com 9%; Goldwind (China), Dongfang (China) e Gamesa (Espanha) com 7% cada uma; Suzion (Índia) e Siemens (Alemanha) com 6% cada e RePower (Alemanha) com 3%. As demais possuem 21% [REN21].

suporte ao desenvolvimento de P&D, inovação industrial e criação de mercado melhora o posicionamento competitivo da indústria local frente ao mercado mundial além de resolver as necessidades domésticas internas, criando uma avaliação qualitativa de uma série de fatores. A tabela 4, desenhada a partir de dados e conceitos do texto traça uma análise do posicionamento entre os países<sup>11</sup>.

Tabela 4

	<b>China</b>	<b>Índia</b>	<b>Brasil</b>	<b>EUA</b>	<b>Espanha</b>	<b>Alemanha</b>	<b>Dinamarca</b>
Políticas Públicas	P&D e Mercado	Mercado	Mercado	Mercado	P&D e Mercado	P&D e Mercado <sup>c</sup>	P&D e Mercado <sup>c</sup>
Visão de longo prazo	Forte	Médio	Fraco	Médio	Forte	Forte	Forte <sup>c</sup>
Supply Chain	Forte	Médio	Fraco	Médio	Forte	Forte <sup>c</sup>	Forte <sup>c</sup>
Mercado interno	Forte	Forte	Fraco	Forte	Forte	Forte <sup>c</sup>	Médio <sup>c</sup>
Empresas Locais	Forte	Médio	Fraco	Médio	Forte	Forte <sup>c</sup>	Forte <sup>c</sup>
Participação de Eólica	0,1% <sup>a</sup>	1,1% <sup>a</sup>	nd	0,6% <sup>a</sup>	12,3% <sup>b</sup>	6,9% <sup>b</sup>	20,3% <sup>b</sup>
Geração em TWh	3,9 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	nd	26,7 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>	42,9 <sup>b</sup>	7,7 <sup>b</sup>
Potencial de Geração	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Médio	Médio

Fontes:

<sup>a</sup> IEA (International Energy Agency). World Energy Outlook 2008. Dados de 2006.

<sup>b</sup> EWEA (The European Wind Energy Association). Pure Power – Wind Energy Target for 2030 e 2030 – Update, 2010. Dados de 2008

<sup>c</sup> Lund (2009)

Rovere et al (2010) busca propor uma metodologia que analise o nível de sustentabilidade da expansão elétrica de geração, através de uma visão integrada sob indicadores socioeconômicos, técnicos, ambientais e tecnológicos. A partir deste desenho é possível escolher o melhor caminho de expansão.

Lema A. e Ruby K. (2006) analisam a experiência da China no setor eólico como lições para os países em desenvolvimento. Observa que quatro fatores foram preponderantes: uma política lenta e sistemática; o aumento e estabilidade da demanda; a necessidade de conteúdo local; e a absorção da tecnologia por empresas locais. As conseqüências são evidentes em diversos setores, desde produção local, preços e mitigação, preparando uma base industrial e humana, lastreados numa boa capacidade de geração eólica.

Já o estudo de Perez Y. e Ramos-Real, F. J. (2009) aborda, de forma comparativa com outros países, a promoção pública da energia eólica na Espanha, através de uma análise

<sup>11</sup> No estudo ele busca desenhar um quadro analítico do processo de comercialização e impacto industrial, associado a curvas de aprendizagem e redução de custos unitários. Descreve possíveis caminhos para o desenvolvimento industrial. Os fatores qualitativos abordados são: tamanho do mercado interno, posição da industrial local, medidas políticas, nível de suporte, posicionamento da cadeia de valor e participação do mercado mundial.

mais focada em ações de feed-in-tariffs, leilões e quotas. Zhao et al (2009) usa o modelo analítico *Diamante de Porter*<sup>12</sup> para entender o *status quo* do mercado de Energia Eólica na China.

Conforme visto, diversos estudos se propõem a traçar um panorama de competitividade e *status quo* nos países. Alguns mais focados e outros mais abrangentes.

## **Conclusões**

A energia eólica é hoje e continuará no futuro, sendo uma opção relevante e competitiva de fonte energética. Por diversos enfoques, ela se destaca: redução de impacto ao meio-ambiente; segurança energética; potencial e custo de geração; novos empregos e negócios.

Diversos exemplos mundiais, permitem afirmar que políticas públicas isoladas, não irão fortalecer esta nova cadeia, tornando o país um competidor global nesta área. A complexidade desta temática requer enxergá-lo a partir de uma visão multidisciplinar, de maneira sistematizada, transformando gargalos em oportunidades. Desenhá-la e implantá-la sob uma perspectiva de longo prazo, garantindo estabilidade, baseados na visão dos atores desta cadeia, os chamados stakeholders, também é fundamental<sup>13</sup>

Para o Brasil, que começa a debutar nesta área, é necessário direcionar esforços sob esta ótica mais ampliada, levando em consideração, fatores extremamente relevantes: tecnologia, potencial e custo de geração, demanda energética, regulação, políticas públicas, impacto ambiental, mercado de trabalho, educação, P&D, financiamento, cadeia de negócio e infraestrutura, sempre de uma maneira integrada.

---

<sup>12</sup> O Modelo de Diamante de Porter é uma ferramenta analítica para mensurar o nível de vantagem competitiva das nações. Possui quatro principais componentes: Condição dos Fatores; Condições de Demanda; Indústrias Correlatas e de Apoio; e Estratégia das empresas, Estrutura e Rivalidade. Associados a eles: o Papel do Governo e a Casualidade e os Fatores Aleatórios.

<sup>13</sup> Stakeholder Power Analysis é uma ferramenta que nos auxilia na compreensão de como as pessoas afetam as políticas e instituições, e como por elas são afetadas (Mayers 2005).

## Referências

- AEEólica – Asociación Empresarial Eólica. Eólica 2010. Espanha: AEEólica;2010.
- Blanco, M. I. The economics of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, p. 1372 – 1382, 2008.
- Blanco, M.I.; Rodrigues, G. Direct employment in the Wind energy sector: Na EU study. *Energy Policy* 37, p. 2847-2857, 2009.
- BP (Beyond Petroleum). UK: *Frontiers*, p. 36 – 38, abril de 2007.
- Buen, J. Danish and Norwegian Wind industry: The relationship between policy instruments, innovation and diffusion. *Energy Policy*, 34, p.3887–3897, 2006.
- CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasil: CEPEL; 2001.
- CESP – China Environmental Science Press. China Wind Power Report 2007. Beijing: CESP; 2007.
- Changliang, X.; Zhanfeng, S. Wind Energy in China: Current scenario and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, p. 1966 – 1974, 2009.
- Ecofys / REN21 – Global Potential of Renewable Energy Sources: a literature assessment - background report. França: Ecofys - REN21, 2008.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2010 – Ano Base 2009: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2010.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Destaques do novo Plano decenal de Expansão de Energia 2019 – PDE 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2010.
- Energia Hoje – Leilão A-3 é dominado por eólicas. *Energia Hoje*, 26/08/2010 às 16h 03min por Roberto Francellino. Disponível em: [www.energiahoje.com/online/eletrica/comercializacao/2010/08/26/416460/leilao-a-3-e-dominado-por-eolicas.html](http://www.energiahoje.com/online/eletrica/comercializacao/2010/08/26/416460/leilao-a-3-e-dominado-por-eolicas.html). Acesso em 15/09/2010.
- EUROPEAN COMMISSION – External Costs: research results on socio-environmental damages due to electricity and transport. Bélgica: EUROPEAN COMMISSION, 2003
- Faulin, J.; Lera, F.; Pintor J. M.; Garcia, J. The Outlook for renewable energy in Navarre: an economic profile. *Energy Policy*, 34, p. 2201 – 2216, 2005.
- Global Wind Energy Outlook (GWEC). Global Wind Energy Outlook 2010. Bélgica: GWEC, 2010.
- Greenpeace / EREC (Conselho europeu de Energia Renovável) – [r]evolução energética: perspectivas para uma energia global sustentável – Relatório Cenário Brasileiro. Brasil: Greenpeace Brasil, 2007.
- Greenpeace / EREC (European Renewable energy Council) – [r]evolution: a sustainable world energy outlook – report. World Energy Scenario. Greenpeace / EREC; 2010.
- International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2008. França: IEA; 2008.
- International Energy Agency (IEA). Technology Roadmap - Wind Energy. França: IEA; 2009.
- Júnior, F. D. M. Viabilidade Técnica/Econômica para a produção de energia eólica, em larga escala, no nordeste Brasileiro. Brasil: Universidade de Lavras; 2009.
- Kumar, A.; Kumar, K.; Kaushik, N.; Sharma, S.; Mishra, S. Renewable energy in India: current status and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, p. 2434 - 2442, 2010.
- Lema, A e Ruby, K. Towards a policy model for climate change mitigation: China's experience with Wind Power development and lessons for development countries. *Energy for Sustainable Development*, Volume X, nº 4, p. 5 – 13. 2006.
- Liu, Yingqi; Kokko, A. wind power in China: Policy development challenges. *Energy Policy*, aceito em 26/04/2010.
- Lund, P.D. Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy. *Renewable Energy*, 34. P. 53 – 64. 2009.
- Mayers, J. Stakeholders Power Analysis. IIED – International Institute for environment and Development, 2005.
- Milborrow, D. Generation Costs Rise across the Board. *Wind Power Monthly*; Janeiro 2008
- Ministério das Minas e Energia (MME). Acessada em 23/10/2010 no sítio: [http://www.mme.gov.br/mme/menu/leiloes\\_de\\_energia/leilao\\_de\\_eolica.html](http://www.mme.gov.br/mme/menu/leiloes_de_energia/leilao_de_eolica.html). Brasília: MME/EPE, 2010.
- Ministério das Minas e Energia (MME). Plano Nacional de Expansão de Energia 2019 (PDE 2019). Brasília: MME/EPE, 2010.
- Montes, G.M. The current situation of wind energy in Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, p. 467 - 481, 2007.
- Moreno, B.; López A.J. The effect of renewable energy employment. The case of Asturias (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, p. 732 – 751, 2006.
- Mostafaepour, A. Productivity and development issues of global wind turbine industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, p. 1048 – 1058, 2010.
- Perez, Y. e Ramos-Real, F. J. The public promotion of Wind energy in Spain from the transaction costs perspective 1986-2007. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, p. 1058 - 1066, 2009.
- REN21 – Renewable Energy Policy Network for 21<sup>st</sup> Century. Renewables 2010 – Global Status Report. França: REN21, 2010.
- Rovere, E. L. L.; Soares, J. B.; Oliveira, L. B.; L. T. Sustainable expansion of electricity sector: Sustainability indicators as an instrument to support decision making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, p. 422 - 429, 2010.
- Tribunal Superior Eleitoral (TSE). Acessada em 12/10/2010 no sítio: [www.tse.gov.br/internet/eleicoes/estatistica2010/Est\\_resultados/resultado\\_eleicao.html](http://www.tse.gov.br/internet/eleicoes/estatistica2010/Est_resultados/resultado_eleicao.html). Brasília: TSE, 2010.
- U.S. Department of Energy. 20% Wind energy by 2030 – Increasing Wind Energy's Contribution to U.S. Electricity Supply: Executive Summary. EUA: U.S. Department of Energy; 2008.
- Wachsmann, U.; Tolmasquim, M.T. wind Power in Brazil – transition using German experience. *Renewable Energy*, 28, p. 1029-1038, 2003.
- Wang, Q. Effective policies for renewable energy – the example of China's wind power – lessons for China's photovoltaic power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, p. 702 – 712, 2010.
- Windustry. Wind basics: why Wind energy. EUA: Windustry; 2009.
- Yu, X.; Qu, H. Wind power in China – opportunity goes with challenge. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, p. 2232 - 2237, 2010.
- Zhao, Z.Y.; Hu, J.; Zuo, J. Performance of Wind Power industry development in China: A Diamond Model Study. *Renewable energy*, 34, p. 2883 – 2891, 2009.

