

O PAPEL DA INDÚSTRIA NACIONAL DE EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA EÓLICA NA SUSTENTABILIDADE

THE ROLE OF THE NATIONAL INDUSTRIAL EQUIPMENT WIND ENERGY IN SUSTAINABILITY

Alcimar Paulo Freisleben

Graduado em Licenciatura em Geografia - Unioeste - Francisco Beltrão/PR e mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unioeste – Francisco Beltrão/PR
uttamadesign@gmail.com

Antonio Carlos Picinatto

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná, Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unioeste – Francisco Beltrão/PR; Doutorando pelo PPG-MADE – Meio Ambiente e Desenvolvimento da UFPR – Curitiba/PR
antoniocarlosspicinatto@gmail.com

RESUMO

O Brasil é um país privilegiado em riquezas energéticas. A questão é como captar ou extrair estas inúmeras fontes de energia disponíveis, de maneira eficiente e ambientalmente segura, quebrando assim o elo de dependência com os combustíveis fósseis, partindo para uma transição baseada nas fontes de energia renováveis. Esse é um desafio para o Brasil e também para o resto do mundo. Ter o conhecimento e o domínio tecnológico destas energias, é fator chave na implementação de uma nova economia sustentável baseada no baixo teor de carbono, uma economia que leve em consideração acima de tudo o fator social e ambiental. O objetivo deste artigo é demonstrar o papel estratégico da energia eólica e sua recente indústria nacional de equipamentos, bem como a viabilidade econômica deste tipo de energia. A metodologia utilizada neste estudo foi a pesquisa bibliográfica, complementada com entrevistas e participação de palestras proferidas por especialistas da área de energias.

Palavras-chave: energia eólica, indústria de equipamentos de energia eólica, desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Brazil is a privileged country for energy resources. The question is how to capture or extract these numerous sources of energy available, efficiently and environmentally safe, thus breaking the bond of dependence on fossil fuels, leaving for a transition based on renewable energy sources. This is a challenge for Brazil and for the rest of the world. Having knowledge and technological expertise of these energies is a key factor in the implementation of a new sustainable economy based on low-carbon economy that takes into account above all the social and environmental factors. The purpose of this article is to demonstrate the strategic role of wind energy and its recent national industry equipment, as well as the economic viability of this type of energy. The methodology used in this study was a literature search, supplemented with interviews and attending lectures by experts in the field of energy.

Keywords: wind power, equipment industry of wind power, sustainable development.

INTRODUÇÃO

Para Philippi Jr. *et al* (2004, p. 585): uma definição de Sustentabilidade que se fez famosa no Informe de Brundtland de 1987: “Satisfazer as necessidades das gerações futuras presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. Essa definição possui como idéia central a de se manter o patrimônio natural existente, considerando a natureza como um legado que deve ser conservado e desfrutado de modo que se mantenha a capacidade de desempenho de suas diferentes funções.

A Sustentabilidade requer o cuidado com os elementos proporcionados pela natureza, não se produzindo alterações que afetem profundamente os ecossistemas. Além disso, de se ter o máximo respeito pela conservação dos espaços naturais que serão considerados no futuro cada vez mais importantes para a qualidade de vida (BARBOSA, 2008, p.18).

Para Giddens (2010) o maior investimento necessário para a transição na direção de uma economia de baixo teor de carbono, é em educação, pesquisa científica e desenvolvimento e engajamento das empresas no processo de inovação tecnológica, criando a base para essa nova economia.

Segundo Rosa (2011) um terço da humanidade vive a luz de velas e sem acesso a tecnologias. Os ambientes confinados com uso de luz pela queima de querosene provocam no ser humano doenças pulmonares que causam mortalidade em taxas elevadas. Somente na China a estimativa de Rosa (2011) é de 1 bilhão de pessoas sem acesso a energia, o que nos remete a pergunta: Se fornecermos energia a todos (100% dos seres humanos do planeta) qual seria o impacto ao Planeta Terra?

A inovação tecnológica proposta por aqueles que anseiam reduzir impactos socioambientais, consiste em substituir tecnologias que utilizam fontes não renováveis (Petróleo) ou ainda que utilizam contaminantes (ou que produzam resíduos contaminantes), é o caso de usinas nucleares. O problema é que mesmo os países que anunciam seus investimentos financeiros e projetos em inovação tecnológica ainda dependem de energia nuclear.

Conforme Rosa (2011) a Alemanha compra 30% (da energia que consome) da França. A questão é que a França gera sua energia com usinas nucleares. Já Portugal investiu em energias renováveis e é a terceira maior companhia de energia eólica do Planeta Terra. Por sua vez, o Canadá investe em usinas eólicas e solar e se vale de baterias gigantes.

Para Vianna (2010) o Brasil poderá ser uma potência ambiental, um país que poderá

ter lugar no Conselho de Segurança da ONU, que exercerá *soft power*: a capacidade de difusão de idéias, de inspirar, de se apresentar como modelo para o mundo. Mas isso ocorrerá somente se o Brasil for capaz de fazer face aos desafios que possibilitem transformar nossas vantagens comparativas, que são muito grandes em algumas áreas, como energia, em vantagens competitivas.

O objetivo deste artigo é destacar o papel estratégico da energia eólica e a promissora indústria de equipamentos eólicos que começa a se florescer no país, bem como a viabilidade econômica e ambiental deste tipo de energia. A metodologia utilizada neste estudo foi a pesquisa bibliográfica (livros, sites, relatórios técnicos e jornais locais) complementada com entrevistas (com o empresário do setor eólico: Edson Flessak) e participação em palestras proferidas por especialistas da área de energias (Fabio Rosa e Frederico Reichmann Neto no I Ciclo de Debates em Energia, Ambiente e Sociedade em Curitiba).

A energia renovável no Brasil

Segundo Novaes (2011) por ocasião da conferência de Bonn, o Brasil levará uma proposta formulada pelo secretário de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, professor José Goldemberg: para que o Banco Mundial e outras instituições financiadoras transfiram para energias renováveis 10% dos recursos que hoje destinam a projetos com energia derivados do petróleo, gás e carvão. Mas não será fácil aprová-la, dada a oposição de países que dependem de energias fósseis. Principalmente os dez países recentemente admitidos na União Européia.

Já quando pensamos no potencial da biomassa, entra-se em terreno privilegiado para o Brasil, país que poderia construir toda a sua matriz energética a partir daí – como tem escrito no livro *Poder dos Trópicos* o “pai” do Proálcool, J. Bautista Vidal (2004). E essa seria a melhor, mais “limpa” e mais duradoura forma de energia, provida pelo Sol.

O Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia, possui programas de incentivo, como o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétricas – a introdução de fontes alternativas renováveis na matriz energética.

Mas conforme Novaes (2011) continuamos tímidos nesse campo. O PROINFA, recém-regulamentado, prevê a implantação de mais de 3 mil MW a partir dos ventos, da biomassa e das pequenas centrais hidrelétricas – se as empresas privadas se dispuserem a investir R\$ 8,6 bilhões; a energia terá sua compra garantida pelo governo federal, a preços que variam de R\$ 93,77 o MWh para o bagaço de cana, passando por R\$ 101,35 da madeira, R\$ 103,20 da casca de arroz, R\$ 117,02 das pequenas centrais hidrelétricas, R\$ 169,08 do gás de aterros e R\$ 180,18 das usinas eólicas. De qualquer forma 3,3 mil MW quase dobrarão a

participação dessas energias renováveis na matriz brasileira, que está em 2,9% e deve chegar em 2006 a 5,9%. Elas também evitarão a emissão de 2,5 milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano. É um campo tão promissor que grandes empresas, como a Chesf e a Eletrosul, já estão se associando em projetos de energia eólica.

Vidal (2004) costuma dizer que “alternativa” não é a energia da biomassa, é a do petróleo, que se esgotará em poucas décadas, é cara e polui insuportavelmente. A energia da biomassa, provida pelo sol, durará enquanto este aquecer a Terra. Polui muito menos, em várias modalidades, ou nada (eólica, solar). E pode custar menos, se todas as contas forem feitas corretamente.

O panorama da energia eólica no mundo

A primeira referência escrita sobre moinhos de vento surge no século X, descrevendo os moinhos de vento Persas. Na Europa, no final do século XII aparecem os primeiros moinhos de vento, usados para bombeamento de água e moagem. Com o aparecimento de novas tecnologias, os moinhos de vento caíram em desuso, pois as tecnologias atuais possuem maior rendimento.



Foto 1: Moinhos de vento na Holanda

<http://postsabeiramar.blogspot.com.br/2012/07/os-fantasticos-moinhos-de-vento-de.html>

Segundo Castro (2008) a energia eólica é hoje em dia vista como uma das mais promissoras fontes de energia renováveis, caracterizada por uma tecnologia madura baseada principalmente na Europa e nos EUA. As turbinas eólicas, isoladas ou em pequenos grupos de quatro ou cinco, e, cada vez mais, em parques eólicos com quarenta e cinquenta unidades, são já um elemento habitual da paisagem de muitos países europeus, como a Alemanha, Dinamarca, Holanda e, mais recentemente, o Reino Unido e a Espanha. Nos EUA, a energia

eólica desenvolveu-se principalmente na Califórnia (*Altamont, Tehachapi e San Gorgonio*) com a instalação massiva de parques eólicos (*wind farms*) nos anos 80.

Conforme Brown (2001) o consumo mundial de energia eólica quase quadruplicou nos últimos cinco anos, uma taxa de crescimento comparável apenas à da indústria da informática. Nos Estados Unidos, a Associação Americana de Energia Eólica prevê um crescimento surpreendente de 60% na capacidade de geração de energia eólica nos próximos anos.

A energia eólica originalmente estava restrita à Califórnia, porém ao longo dos últimos três anos, fazendas eólicas implantadas em Minnesota, Iowa, Texas, Colorado, Wyoming, Oregon e Pensilvânia incrementaram a capacidade norte-americana de 1.680 para 2.550 megawatts. Os 1.500 ou mais megawatts a serem adicionados este ano estarão localizados em uma dúzia de estados (BROWN, 2001, p. 01).

Segundo Brown (2001) uma fazenda eólica de 300 megawatts, em construção na divisa dos estados de Oregon e Washington, é atualmente a maior do mundo. A BPA (Administração de Energia Bonneville) anunciou em fevereiro que deseja adquirir 1.000 megawatts de capacidade de geração eólica e solicitou o envio de propostas. Para sua surpresa, recebeu propostas suficientes para uma capacidade geradora de 2.600 megawatts em cinco estados, com potencial de expansão para mais de 4.000 megawatts.

Uma fazenda eólica de 3.000 megawatts, em fase inicial de planejamento no Dakota do Sul, próximo à divisa de Iowa, é dez vezes o tamanho da fazenda eólica na divisa Oregon/Washington. Denominado de *Rolling Thunder* [Trovão Ressonante], este projeto iniciado pela Dehlsen Associates e sob a liderança de Jim Dehlsen, pioneiro da energia eólica na Califórnia, destina-se a fornecer energia à região centro-oeste em torno de Chicago. Este não é apenas um grande projeto em termos eólicos, e sim um dos maiores projetos de energia em todo o mundo (BROWN, 2001, p. 02).

Segundo Brown (2001) avanços na tecnologia de turbinas eólicas, derivados da indústria aeroespacial, reduziram o custo da energia eólica de 38 centavos de dólar por quilowatt/hora no início da década de 80, para 3 a 6 centavos em 2001. O vento, competindo hoje com os combustíveis fósseis, já é mais barato em alguns locais do que a energia gerada por petróleo ou gás. Com as grandes corporações, como ABB, Shell International e Enron, investindo nesta área, há perspectivas para reduções de custo ainda maiores.

Hoje, a Dinamarca, segundo Brown (2001) é líder mundial em tecnologia e manufatura de turbinas eólicas, obtém 15% de sua eletricidade da energia eólica. Schleswig-Holstein, o estado mais ao norte na Alemanha, obtém 19% e em outras partes, 75%. O estado industrial de Navarra, na Espanha, que partiu do zero seis anos atrás, obtém 24% de sua eletricidade do vento.

À medida que caem os custos de geração eólica e crescem as preocupações quanto à mudança climática, mais e mais países estão se voltando para a energia eólica. A França anunciou o desenvolvimento de 5.000 megawatts de energia eólica até 2010. A Argentina anunciou um projeto para o desenvolvimento de 3.000 megawatts de energia eólica na Patagônia, até 2010. O Reino Unido abriu licitação para 1.500 megawatts de energia eólica *offshore*. A China implantou cerca de 2.500 megawatts de energia eólica nos últimos 10 anos.

O crescimento da energia eólica consistentemente ultrapassa estimativas anteriores. A Associação Europeia de Energia Eólica, que em 1996 havia estabelecido uma meta de 40.000 megawatts para a Europa, até 2010, elevou recentemente esta estimativa para 60.000 megawatts.

Segundo Dmyterko (2011) a discussão sobre as chamadas fontes renováveis de energia está intimamente ligada à discussão sobre questões ambientais e de segurança energética. Pelo menos, são essas questões que fazem parte do discurso de muitos dos defensores de investimentos em “energias limpas”. Um dos pontos a discutir é a própria legitimidade das premissas em que se baseiam as afirmações de que essa ou aquela fonte de energia é mais ou menos vantajosa.

A verdade é que não há respostas simples a todas essas questões e desde já, descartamos a falsa premissa de que o investimento em usinas eólicas e fotovoltaicas estaria justificado porque tais fontes de energia não emitem CO₂ não são poluentes e a atividade humana não causa mudanças climáticas em escala global (DMYTERKO, 2011, p. 12).

Diante do fato de que 1,6 bilhão de pessoas vivem sem eletricidade, só há uma alternativa: gerar e distribuir mais eletricidade. É isso ou condenar à pobreza toda essa gente. Mais que isso, é preciso que essa energia elétrica seja produzida e distribuída ao menor custo possível. Eletricidade = Desenvolvimento.

Para fazer frente a demanda crescente em energia e amenizar os problemas ambientais globais uma das saídas propostas, é a implantação de meios que possibilitem o acesso à energia renovável, entre elas a energia eólica, ou seja, o aproveitamento dos ventos por meio de aerogeradores para produzir energia, parece ser uma das mais promissoras fontes de energia renovável.

O gráfico 1 na seqüência, de 2007, mostra os países que mais investiram em energia eólica neste período, se destacando os países europeus e os Estados Unidos, porém relatórios do IDEA de 2010 mostravam que a China possuía a maior quantidade de turbinas eólicas em operação do mundo (50%) e o responsável por isso foram os altos investimentos no setor. No

primeiro semestre de 2010, Pequim chegou a investir 10 bilhões de dólares; a metade do que o resto do mundo junto investiu (20,5 bilhões de dólares). A previsão é que o país chegue a produzir mais 375 GW em 2020, com o investimento acumulado de 620 bilhões de dólares.

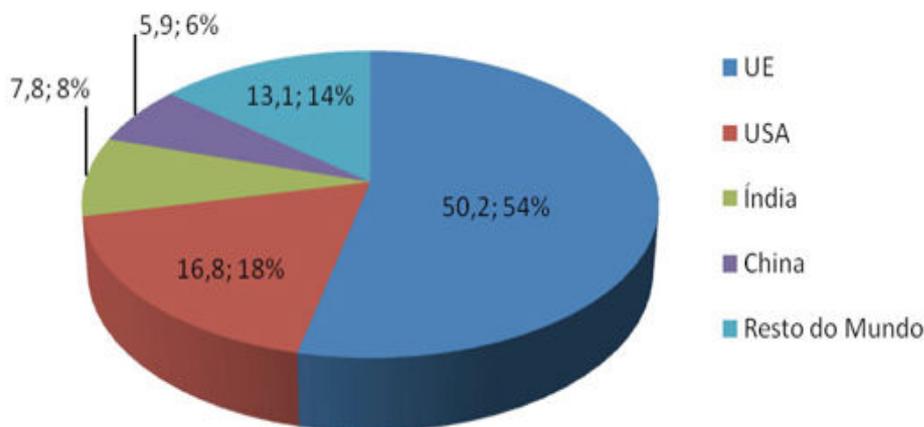


Gráfico 1. Situação mundial da potencia instalada de energia eólica em GW (2007)

Fonte: (GWEC 2007)

A energia eólica no sul do Brasil

A matriz energética eólica já vem sendo utilizada há muitos anos, porém, foi somente após a crise internacional do petróleo, em 1970, que se viu necessidade de investir no desenvolvimento e uso comercial desta geração de energia.

A busca por um ambiente saudável deve ser responsabilidade de todos, de grandes e pequenas empresas, das comunidades e do indivíduo. Para Barbosa (2008) a energia eólica é atualmente considerada uma das alternativas mais limpa, em função do vento ser uma fonte não-poluente. Pode ser instalada em grandes parques eólicos, ou em pequenas estruturas. Estas podem ser instaladas para suprir a necessidade de pequenas empresas, de comunidades ou de pequenas localidades.

No Brasil, os primeiros anemógrafos computadorizados e sensores especiais para energia eólica foram instalados no Ceará e em Fernando de Noronha (PE), no início dos anos 1990. O que foi visto e analisado nestes locais permitiram a determinação do potencial eólico local e a instalação das primeiras turbinas eólicas do Brasil.

Algumas regiões do Nordeste são privilegiadas para a implantação de usinas eólicas. No Sul destacamos no estado do Rio Grande do Sul o parque eólico da cidade de Osório, com capacidade de 150 MW, e no estado do Paraná a região de Palmas, especificamente no Horizonte onde o potencial gerador é promissor. Atualmente já funcionam cinco aerogeradores, mas devido a uma política do governo anterior o projeto não foi adiante, diferente do que ocorreu em Água Doce (SC), onde serão construídos mais de 80

aerogeradores agregando valor econômico ao município. Na sequência imagens das duas usinas eólicas, fotos 2 e 3:



Foto 2: Usina Eólica - Palmas/PR
Fonte: www.copel.com.br



Foto 3: Usina Eólica - Água Doce/SC
Fonte: www.clauderioaugusto.com.br.jpg

Existe a possibilidade de retomada dos projetos de ampliação deste parque eólico de Palmas, em razão de ser o melhor local do Paraná para a instalação de unidades de geração de energia eólica. Segundo informações obtidas, atualmente, as cinco unidades produtoras de energia são responsáveis por, aproximadamente, 0,35% do retorno de ICMS ao município, e a ampliação do parque eólico será de grande importância para a economia da cidade. Dessa forma, a intenção é a ampliação do parque, das atuais 5 unidades para 20 unidades, elevando a capacidade de produção atual de 2,5 para 20 Megawatts.

Para aprofundarmos mais a questão decidimos pesquisar o complexo mundo da geração e comercialização de energia eólica em nossa região, especificamente a Usina Eólica de Palmas/PR.

Segundo o engenheiro responsável pela usina da COPEL em Palmas Dario J. Schultz (2011) o que levou a COPEL a considerar a construção da Usina Eólio-Elétrica de Palmas, foi o fato da empresa ter sido muito procurada por fabricantes de aerogeradores que buscavam vender seus produtos, quando então foi oferecida uma oportunidade de desenvolvimento de um projeto em parceria, onde o fabricante entrava com os equipamentos e a COPEL com a infraestrutura necessária:

Como foi sinalizado um custo da energia competitivo iniciamos os estudos, com a instalação de 12 estações de medição de vento na região, prevendo a instalação de até 200 MW em aerogeradores. A cada etapa dos estudos o custo da energia foi ficando mais alto até um ponto em que o projeto não se tornou mais interessante e foi encerrada a parceria. Depois disso, fomos procurados pela Wobben Windpower que nos propôs uma nova parceria nos

mesmos termos, mas decidindo começar com uma pequena usina a um custo de energia satisfatório na ocasião. Daí foi implementada a usina eólica de Palmas na qual a Wobben detinha 70% e a COPEL 30%. O objetivo da usina era o de avaliar a operação do sistema da COPEL com uma usina eólica. Foi prevista uma segunda fase da usina eólica, na qual deveriam ter sido instalados cerca de 10 MW adicionais, o que acabou não se viabilizando (SCHULTZ, 2011, p.03).

Conforme o engenheiro a COPEL pretende investir mais em empreendimentos eólicos, por estarem competitivos no mercado de geração de energia, com projetos em parceria com outros empreendedores ou através de novos projetos próprios.

Segundo Schultz (2011) a tecnologia usada nos aerogeradores de Palmas é da Enercon e foi desenvolvida na Alemanha e a maior parte dos componentes vieram desse país. As pás e as torres foram fabricados no Brasil, além dos equipamentos das redes de interligação elétrica da usina. Houve adaptações na rede interna da usina, utilizando-se práticas usuais da COPEL em redes aéreas.

A Enercon foi a primeira firma a apostar na tecnologia de aerogeradores sem caixa de multiplicação desenvolvendo um gerador de baixa rotação. Esta tecnologia rendeu à Enercon a liderança de participação no mercado alemão e vem sendo adotada atualmente por vários outros fabricantes.

A Viabilidade da energia eólica

No que se refere ao custo da energia eólica para os consumidores (tarifa média), existe a preocupação do consumidor ter que pagar mais do que pagaria se a fonte fosse outra, mas segundo Schultz (2011) o valor final se equipara com a energia produzida por outros meios:

Hoje a energia da usina eólica é comercializada com uma indústria, que está classificada como consumidor livre, a um valor superior ao da energia convencional, mas que tem desconto na tarifa de transporte de energia, por ser uma fonte incentivada. Aliás, há uma grande procura deste tipo de energia por muitas indústrias, principalmente buscando atender questões de sustentabilidade (SCHULTZ, 2011, p.02).

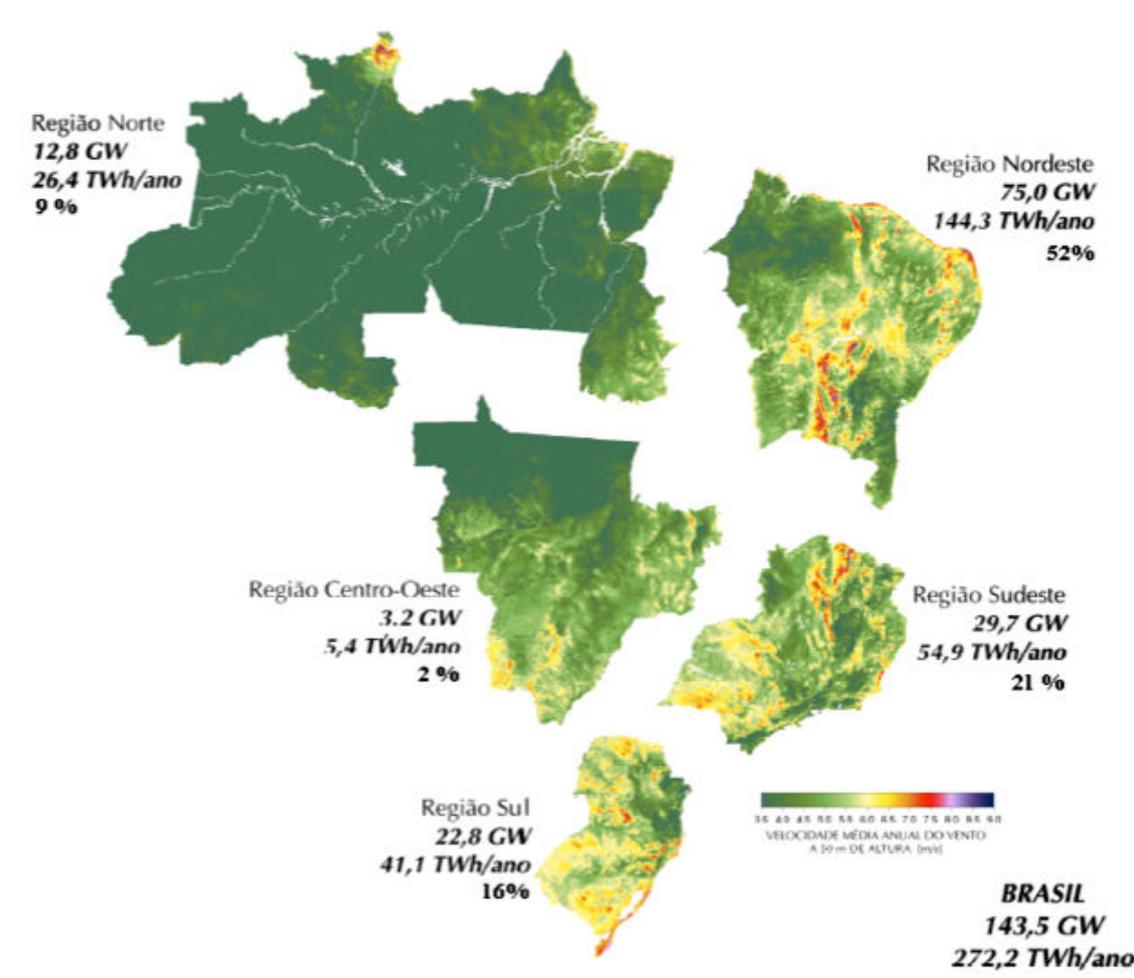
Estes incentivos são concedidos pelo governo federal, através de resolução da ANEEL estabelecendo desconto de no mínimo 50% da taxa de utilização do sistema de distribuição ou de transmissão para energia proveniente de pequenas centrais hidrelétricas, termelétricas a biomassa e usinas eólicas com potência injetada na rede de até 30 MW.

Também o aspecto ecológico garante a venda deste tipo de energia, pois para Schultz

(2011) as subsidiárias de multinacionais têm sido incentivadas pelas matrizes a procurar certificação da energia utilizada em suas instalações no Brasil como energia "verde" ou renovável e assim agregar um selo "verde" aos seus produtos.

Porém a inconstância dos ventos é um dos fatores limitantes do uso de aerogeradores. Conforme dados da COPEL (2011).

Para faixas de velocidades médias anuais de vento típicas de aproveitamentos, foram integradas as áreas correspondentes ao seu potencial no mapa a seguir:

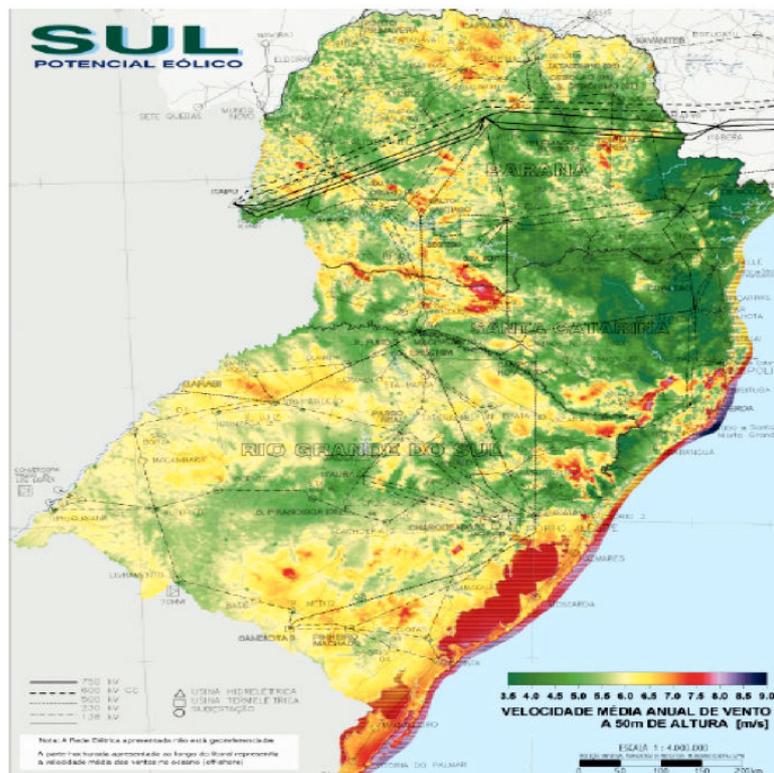


Mapa 1 - Mapa da distribuição geográfica do potencial brasileiro
(Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarelo e laranja um maior potencial)
Fonte: SEMC (2002).

Podemos verificar no mapa acima a distribuição geográfica do potencial eólico existente no Brasil, na margem de 143,5 GW, em que a região Nordeste se destaca com 52% desse potencial, o que significa que a região pode produzir 144,3 TWh no período de um ano. A região Sudeste e a região Sul, possuem respectivamente 21% e 16% do potencial total, as regiões podem produzir 54,9 TWh e 41,1 TWh no período de um ano. As regiões Norte, 9% do potencial total, podendo produzir 26,4 TWh/ano, e Centro-Oeste, 2% do potencial total,

podendo produzir 5,4 TWh/ano, não possuem um potencial muito significativo (BARBOSA, 2008, p.32).

Na sequência o mapa com o potencial eólico da região sul do Brasil:



Mapa 2 - Mapa da velocidade média anual dos ventos na região Sul do Brasil
(Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarelo e laranja um maior potencial)
Fonte: SEMC (2002).

Notamos que a região Sul é bastante favorável para a instalação da energia eólica, porém devemos atentar para o fator de capacidade. Para Schultz (2011) nas áreas planas, pode-se considerar uma densidade de capacidade eólica instalada de 10-12 MW/km². Na prática, os terrenos não são todos planos e existem outras restrições técnicas: topografia desfavorável, difícil acesso etc. Assim, apenas 20% das áreas integradas foram consideradas utilizáveis para instalação de turbinas eólicas, resultando em uma média de 2 MW/km². Foram considerados os parâmetros médios de desempenho de turbinas no atual estado-da-arte mundial, nas classes 500-1500 kW. A energia anual gerada foi calculada pelo limite inferior de velocidade de cada faixa.

Diante desses números, especialmente a média de 2 MW/km² e os baixos fatores de capacidade, qual seria a justificativa econômica para o investimento em usinas eólicas?

Para Schultz (2011):

Este números são característicos do mapa eólico do Paraná elaborado em 1999, considerando o desempenho dos aerogeradores com a tecnologia daquela época com torres de 50m de altura. Hoje já houve evolução no

desempenho dos aerogeradores em torres de cerca de 100 metros de altura, que determinam fatores de capacidade mais altos. Apesar de os fatores de capacidade serem mais baixos que os das usinas hidrelétricas, as usinas eólicas estão mais competitivas que as PCH nos últimos leilões realizados (SCHULTZ, 2011, p.02).

Sobre os fatores de capacidade, reconhecidamente baixos para as usinas eólicas, os números apresentados pela COPEL são realistas. Há, porém, um outro fator importante a considerar, segundo Dmyterko (2011) o da disponibilidade (*availability factor*) de uma usina de geração de energia elétrica. Tradicionalmente, esse fator era definido como a razão entre a energia elétrica efetivamente gerada por uma usina em determinado período e a energia que essa mesma usina, teórica e possivelmente, geraria no mesmo período. Esse fator da disponibilidade caracteriza a confiabilidade de uma usina, levando em conta as paradas parciais ou totais, ou seja, acidentes, manutenção programada, baixo nível do reservatório (para as UHE), etc.

Deste modo, usinas termelétricas e nucleares mais antigas têm um fator de disponibilidade que varia entre 70% e 90%, para Dmyterko (2011):

Usinas mais modernas, dependendo de uma boa manutenção preventiva, podem atingir fatores de disponibilidade entre 80% e 99% (utilizando turbinas a gás). No caso dos parques eólicos, o que causa espécie é o fato de que numerosas publicações (sites e livros estrangeiros) simplesmente não levam em conta o tempo em que os aerogeradores estão parados, tanto para manutenção como pela simples e natural inconstância dos ventos. Dessa forma, tais publicações apresentam fatores de disponibilidade próximos de 100% para usinas eólicas e fotovoltaicas (DMYTERKO, 2011, p. 02).

Isto pode parecer uma descaracterização grave e proposital; em outras palavras: mera propaganda enganosa. Diante dessas discrepâncias, Schultz (2011) esclarece:

A disponibilidade de uma usina eólica é considerada como a percentagem do tempo em que a usina está apta a operar considerando-se que haja vento suficiente, acima de cerca de 3 m/s, e que haja condições de despacho da rede de interligação da usina ao sistema da concessionária. Hoje os fabricantes oferecem contratos de manutenção de usinas eólicas garantindo uma taxa de disponibilidade dos aerogeradores acima de 96%, com garantia de ressarcimento da energia não gerada, caso a disponibilidade dos aerogeradores seja inferior (SCHULTZ, 2011, p.03).

Já para Dmyterko (2011) há uma divergência sobre o conceito de fator de disponibilidade. Este seria a razão entre a energia disponível em determinado período de tempo e a energia teoricamente disponível nesse mesmo período, implicando considerar (descontar) os tempos de parada (ventos abaixo de x m/s, manutenção, acidentes). O

porcentual de 90% ou mais é bastante alto; pois parece desconsiderar tais paradas e considerar apenas a disponibilidade eletromecânica do equipamento quando há vento suficiente.

Em termos leigos: tratando das usinas de energia convencionais (UHE, UTE, nucleares), há potência disponível quando esta é solicitada? Com as usinas eólicas, Dmyterko (2011) questiona se a potência poderia ser produzida caso o vento estiver soprando:

Segundo a literatura sobre o tema, as usinas/parques eólicos não têm autonomia, ou ainda, sempre precisam estar ligadas a sistemas de backup não-eólicos. Alguns críticos (engenheiros e físicos) afirmam que não descontar o somatório dos tempos de parada dos aerogeradores é uma maneira artificial e inválida de aumentar o fator de disponibilidade, enquanto nas usinas convencionais os tempos de parada seriam sempre computados. Resumindo e sendo um tanto redundante: não se trata apenas de saber se o aerogerador aproveita bem o vento quando venta, mas sim durante quanto tempo efetivamente gera energia elétrica (DMYTERKO, 2011, p. 03).

Para Schultz (2011) há esta diferença do termo disponibilidade, para os aerogeradores é considerada a disponibilidade eletromecânica e não são consideradas as pausas por falta ou excesso de vento, somente as pausas causadas por falhas e manutenções emergenciais eletromecânicas.

Para Dmyterko (2011) até recentemente, muitos países europeus investiam pesado nos parques eólicos, mas estes dependem de subsídios governamentais e tarifas adicionais. Para a surpresa de muitos, o governo holandês reduziu drasticamente tais subsídios, pois muitos dos parques eólicos europeus custam mais do que produzem. No inverno europeu de 2009-2010, com temperaturas de 20°C negativos ou menos, muitos aerogeradores pararam, por efeito do congelamento do lubrificante. Mesmo na Espanha, onde tais fenômenos não ocorreram, o custo da energia elétrica dobrou num período de dez anos e em função dos subsídios. Disso tudo surge a pergunta: por que o Brasil deveria seguir o mesmo caminho, como parece já estar definido através de decreto presidencial?

Para Schultz (2011) o modelo brasileiro é o de leilões de compra de energia pelo menor preço. O que motivou a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) a lançar leilões para fontes alternativas, PCH, Eólica e Termelétricas a Biomassa, aparentemente foi evitar que as termelétricas convencionais a combustível fóssil, contratadas anteriormente, entrassem em operação elevando o custo médio da energia e a tarifa aos consumidores brasileiros.

Porém existem outros custos que devem ser levados em conta, como nos alerta James Lovelock, para o pesquisador a energia eólica, nem sempre é a mais eficiente do ponto de vista ambiental, segundo Lovelock (2007). Um parque eólico de 20 turbinas de um megawatt requer mais de dez mil toneladas de concreto. A construção de um parque eólico de um

gigawatt empregaria uma quantidade de concreto de dois milhões de toneladas, o suficiente para construir uma cidade para 100 mil pessoas viverem em 30 mil lares. A fabricação e o emprego dessa quantidade de concreto lançariam um milhão de toneladas de dióxido de carbono no ar.

Sobre os custos “invisíveis” da energia, Novaes (2011) questiona:

Qual é mais barato – um litro de gasolina ou de álcool, um MWh gerado em usina hidrelétrica, termoeétrica, nuclear ou eólica? A energia do hidrogênio ou do óleo de dendê? Convém pensar bastante antes de responder. O tema não é simples como pode parecer e está mergulhado em imensas controvérsias. Deve ser contabilizado, por exemplo, o custo militar de manutenção dos poços de petróleo no Oriente Médio, calculado em US\$ 100 por MWh (se usado para gerar energia elétrica)? E os custos ambientais, de US\$ 1 mil por MWh? Na energia hidrelétrica, cotada a R\$ 30 por MWh, devem ser computados os custos socioambientais e da transmissão a longa distância, que a energia eólica (R\$ 200 por MWh) não costuma ter, injetada diretamente em redes locais? E a energia nuclear (R\$ 120 por MWh), em quanto ficará se adicionados os custos de disposição do lixo atômico (problema sem solução; o lixo de Angra 1 e 2 continua estocado nas próprias usinas, por falta de destinação adequada)? (NOVAES, 2011, p.01).

Nesta perspectiva devemos atentar aos custos ambientais embutidos neste tipo de energia. Este é um desafio aos governos e também as indústrias de equipamentos de energia renováveis, principalmente para a indústria eólica nacional que começa a nascer.

Nasce a indústria 100% nacional de equipamentos para energia eólica

Apostando na energia a partir do vento foi criada no estado do Paraná uma indústria nacional de equipamentos para energia eólica, a FEEL¹ - Flessak Energia Eólica S.A., numa parceria com investidores de Francisco Beltrão e Toledo. A nova empresa, segundo o JdeB (2012), terá parceria de tecnologia com dois grupos holandeses. "Nós temos a tecnologia dos geradores, os holandeses sabem como fazer a pá da usina eólica. Nossa parceria é neste sentido, de troca de conhecimento", afirma o empresário Édson Flessak.

A FEEL vai ser a primeira indústria 100% brasileira a entrar neste setor de fabricação de usinas eólicas. Todas as outras são multinacionais. Segundo Flessak (2012) nenhuma outra empresa consegue fabricar todo o conjunto de uma torre, e a Flessak terá estrutura para isso. A empresa fará o aerogerador; pois geradores são a especialidade da empresa, que atua no ramo a 46 anos; mais a nacele (a casa com equipamentos, que fica em cima da torre), o hub (circunferência em que as pás são fixadas), a pá (que é feita com fibra), e a torre (que pode ser de ferro ou de concreto, dependendo do projeto).

¹ <http://www.feel.ind.br/>

A empresa terá duas plantas no Paraná, a unidade de Francisco Beltrão ficará responsável por fabricar os aerogeradores, as nacelles e os hub`s e a unidade de Toledo - GBT do Brasil, uma associação da FEEL com a Global Blade Technology da Holanda - fabricará as pás e as torres. A FEEL terá capacidade para produzir até 150 torres por ano e contratará 200 funcionários.

Segundo Flessak:

O Brasil está investindo bastante neste tipo de geração de energia, e nossa intenção é produzir a primeira torre até o final de 2013, pois o Brasil quer passar dos atuais 1,4 Gw para 7Gw até 2014 (FLESSAK, 2012).

Seriam necessários portanto um aumento de mais 5,6 GW. Se considerarmos que um gerador produz em torno de 2 MW, será preciso instalar 2.300 novas torres para cumprir a meta dos 7GW. Para Édson: “Não existe fornecedor no mundo que possa suprir esta demanda por equipamentos eólicos em curto prazo”.

Atualmente no mercado de equipamentos de energia eólica existem dois modelos de geradores: o sistema *Direct Drive* e o de caixa de transmissão, o sistema escolhido pela FEEL é o *Direct Drive* que é usado nas turbinas da sua parceira tecnológica, a holandesa EWT, este sistema por suas características técnicas (o eixo que liga as hélices esta conectado diretamente ao aerogerador), necessita de uma menor manutenção das turbinas.

Segundo JdeB (2012) a FEEL será a única empresa do país a deter toda a cadeia produtiva das usinas, desde a emissão de laudos técnicos sobre áreas a serem implantadas, fabricação e montagem até assistência técnica rotineira. A FEEL firmou ainda em 2011 uma parceria com a Faculdade Assis Gurgacz (FAG), instituição de ensino de Cascavel/PR. Um grupo de pesquisa formado por docentes e acadêmicos iniciaram projetos teóricos e práticos, e vem fomentando parcerias como com a Umass - University of Massachusetts, pioneira em fontes renováveis de energia nos EUA.

Além disso a primeira turbina de 900kW produzida para FEEL será instalada no campus da FAG para tornar o campus auto-suficiente em geração de energia limpa e servir de plataforma de pesquisa e treinamentos. A instituição vem se preparando para tornar-se um centro certificador no futuro.

Segundo Edson Flessak a indústria terá capacidade para produzir cerca de 100 torres por ano, uma média de duas por semana. De início, serão produzidas usinas com potências de 900kW. “A demanda tá muito boa, a repercussão da produção já está sendo grande no mercado especializado”, afirma Flessak. Cerca de 300 empregos diretos e indiretos deverão ser criados com a instalação da FEEL.

CONSIDERAÇÕES

A energia eólica é uma das fontes de energia mais viáveis econômica e ecologicamente. É uma opção sustentável que não libera poluentes na atmosfera, que não afasta comunidades inteiras de uma região, que tem baixo impacto no meio ambiente, além de ser uma fonte limpa e inesgotável. A energia eólica, dentro do contexto de produção limpa, reflete uma mudança de paradigma no campo da energia.

É importante notar que qualquer política energética de incentivo a uma fonte primária de energia representa uma transferência de renda da sociedade e/ou do consumidor final para o produtor de eletricidade. Logo, os benefícios privados e sociais desta transferência devem estar claros, explícitos, dentro dos objetos de um programa para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Tal programa deve ser planejado para o longo prazo, de forma coerente com seus objetivos e que levem em conta o aspecto social e ambiental.

Segundo Dutra (2007) um estudo importante que deve ser realizado para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil é uma avaliação do funcionamento das turbinas eólicas no perfil de regime de vento tipicamente brasileiro. O estudo de perfis de pás adaptados aos perfis típicos de velocidade do vento no Brasil torna-se de grande relevância visto uma maior eficiência na geração de energia elétrica.

Também com relação a tropicalização das turbinas eólicas para as condições brasileiras, estudos devem ser realizados de forma a identificar a salinidade e abrasividade da costa brasileira. Deve-se verificar a compatibilidade das normas internacionais com relação às condições climatológicas típicas brasileiras de modo a garantir o máximo de vida-útil dos equipamentos durante a implementação de programas a longo prazo. Este estudo deve interessar tanto aos fabricantes nacionais ou estrangeiros que desejam se instalar no Brasil, quanto os investidores, de modo a reduzir seus níveis de manutenção pela ação climatológica (DUTRA, 2007, p.283).

E o papel das universidades e os centros de pesquisa é fundamental nestas pesquisas. Atualmente porém, estes centros formadores aparecem com uma atuação um pouco tímida, embora já se possa notar atividades de algumas universidades procurando o desenvolvimento de projetos em parceria com as concessionárias. Às universidades e aos centros de pesquisa cabe o papel de desenvolver o conhecimento de ponta, o papel de formuladores e estimuladores de novas idéias, de questionadores críticos de procedimentos adotados etc.

Concluimos nesse trabalho, que o vento constitui uma imensa fonte de energia natural à partir da qual é possível produzir grandes quantidades de energia elétrica. Além de ser uma fonte de energia inesgotável, a energia eólica está longe de ser causadora de problemas ambientais.

O custo de geradores eólicos tem um preço elevado, mas o vento é uma fonte inesgotável enquanto o petróleo, carvão ou gás não. Considerando o grande potencial eólico de várias regiões do Brasil, seria possível produzir eletricidade à partir do vento a um custo de geração inferior a U\$50/MW.

Com a criação de empresas nacionais de equipamento eólico, este custo tende a ficar cada vez mais baixo, portanto podemos esperar um grande salto no desenvolvimento deste tipo de energia renovável em nosso país nos próximos anos, o que trará desenvolvimento sócio-econômico e sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Gestão e estudos hidroenergéticos**. Brasília, DF. 2009. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area>>. Acesso em: 18 jul. 2011.

BARBOSA, Ana Carolina Lourenzi. **Avaliação ambiental do uso da energia eólica para usuários de pequeno porte**. Trabalho de conclusão de curso de graduação, Departamento de Ciências Administrativas, UFRGS, 2008.

BROWN, Laster R. (2001). **Energia Eólica: O Elo Perdido no Programa Energético de Bush**. Disponível em: <<http://www.wiiuma.org.br/artigos/007.html>>. Acesso em 10 ago. 2012.

CARVALHO, Paulo (2001). **Geração eólica**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2003.

CASTRO, Rui M.G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução a Energia Eólica**. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico: Lisboa, 2008.

COPEL (2011). **Usina Eólica de Palmas**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FC61E3512CB91AF04032574A20048D3A3?OpenDocument&secao=Geracao%3AUsinas>>. Acesso em 10 jul. 2012.

DMYTERKO, Henrique. **Fontes Alternativas de Energia: uma visão sobre a energia eólica**. Opinião – Ambientalismo, 12 de maio de 2011 Disponível em: <<http://www.midiaamais.com.br/ambientalismo/6048-fontes-alternativas-de-energia-uma-visao-sobre-a-energia-eolica>>. Acesso em 10 mar. 2012.

DUTRA, Ricardo Marques. **Propostas de Políticas Específicas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA** [Rio de Janeiro] 2007 XXI, 415 p. 29.7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético, 2007) Tese – UFRJ: 2007.

GIDDENS, Anthony. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2010.

FLESSAK, Edson. **A Feel - indústria nacional de equipamentos para energia eólica**. 2012. Entrevista concedida a Armem Mamigonian e Alcimar Paulo Freisleben, Francisco Beltrão. 22 ago. 2012.

GWEC (2007). **Situação mundial da potencia instalada de energia eólica**. Disponível em: <<http://www.gwec.net/>>. Acesso em 12 mar. 2012.

Instituto para Diversificação da Energia (IDEA). **Conheça os cinco países que mais investem em energia renovável no mundo**. 2010. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/conheca-cinco-paises-que-mais-investem-em-energia>> . Acesso em 15 jul. 2013.

Indústria beltronense produzirá usinas eólicas. JdeB - Jornal de Beltrão, Francisco Beltrão: 22 ago. 2012 . Disponível em: <<http://www.jornaldebeltrao.com.br/geral/industria-beltronense-produzira-usinas-eolicas-77512/>>. Acesso em 24 ago. 2012.

LOVELOCK, James. 2007. Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/26591_DO+LIXO+AO+LUCRO>. Acesso em 13 jul. 2012.

NETO, Frederico Reichmann. As alternativas energéticas: vantagens, dificuldades, oportunidades. In: **I Ciclo de Debates em Energia, Ambiente e Sociedade**. PPG-MADE/UFPR. Curitiba, 2011.

NOVAES, Washington; **Saída do beco energético**. 2011. Disponível em: <<http://www.iconeong.org.br/noticia.htm>>. Acesso em 11 jul. 2012.

PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manoele, 2004.

ROSA, Fabio. As alternativas energéticas: vantagens, dificuldades, oportunidades. In: **I Ciclo de Debates em Energia, Ambiente e Sociedade**. PPG-MADE/UFPR. Curitiba, 2011.

SCHULTZ, Dario Jackson. **Fontes alternativas de energia? Uma visão sobre a energia eólica**. 12 maio 2011. Disponível em: <<http://www.midiaamais.com.br/artigo/detalhes/772/Fontes+alternativas+de+energia+Uma+visao+sobre+a+energia+eolica>>. Acesso em 11 jul. 2012.

SEMC - Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**, 2002. Disponível em: <<http://empresaverde.blogspot.com.br/2011/01/o-atlas-eolico-do-rio-grande-do-sul-e.html>>. Acesso em 11 jul. 2012.

Sudoeste está livre de apagões. Jornal de Beltrão, Francisco Beltrão: 10 fev. 2010 . Disponível em: <<http://www.jornaldebeltrao.com.br/regional/sudoeste-esta-livre-de-apagoes-46791/>>. Acesso em 01 ago. 2012.

VIANNA, Sérgio Besserman. **A transição para uma economia de baixo teor de carbono**. 2010. Disponível em: <http://www.projetobrasil2014.com.br/wp-content/.../06/Livro5_brasil2014.pdf>. Acesso em 14 jul. 2012.

VIDAL, J. W. Bautista; VASCONCELLOS, Gilberto Felisberto. **Poder dos trópicos**. São Paulo: Casa Amarela, 2004.

Recebido para publicação em 08/05/2013
Aceito para publicação em 15/07/2013