

“Energia Eólica: um novo caminho”

Allan Neme Lima Francisco*
Ana Carolina Pereira Monteiro Manhães**
Fernanda Manhães Santos***

Resumo

Ao passar dos anos, o mundo começou a necessitar de uma demanda maior de energia, independente de sua origem. Assim, surgiu a opção de aproveitar a energia proveniente dos combustíveis fósseis. Desde então, a maior parte da energia consumida pelo planeta vem de restos mortais encontrados em áreas estratégicas. Mas ainda é notável o contínuo crescimento do consumo mundial, evidenciando a necessidade de novos caminhos energéticos, ou seja, novos meios de se produzir energia. Além disso, as extrações da energia por meio dos combustíveis fósseis causam grande impacto ao meio ambiente. Daí surgiram muitos outros meios de obter energia, uma delas foi a Energia Eólica, a energia dos ventos. Uma energia de grande potencial e que não causa grandes problemas à natureza.

Palavras-chave: Energia Eólica. Nova energia. Grande potencial.

Introdução

Pode ser difícil considerá-lo assim, mas o ar é um fluido como qualquer outro, exceto que suas partículas estão na forma gasosa, em vez de líquida. Quando o ar se move rapidamente, na forma de vento, essas partículas também se movem rapidamente. Esse movimento significa energia cinética, que pode ser capturada como a energia da água em movimento é capturada por uma turbina em uma usina hidrelétrica. No caso de uma **turbina eólica**, as pás da turbina são projetadas para capturar a energia cinética contida no vento. O resto é praticamente idêntico ao que ocorre em uma hidrelétrica: quando as pás da turbina capturam a energia do vento e começam a se mover, elas giram um eixo que une o cubo do rotor a um gerador. O gerador transforma essa energia rotacional em eletricidade.

Energia eólica

Toda a energia eólica começa com o sol. Quando o sol aquece uma determinada área de terra, o ar ao redor dessa massa de terra absorve parte desse calor. A uma certa temperatura, esse ar mais quente começa a se elevar muito rapidamente, pois um determinado volume de ar quente é mais leve do que um volume igual de ar mais frio. As partículas de ar que se movem mais rápido (mais quentes) exercem uma pressão maior do que as partículas que se movem mais devagar, de modo que são

necessárias menos delas para manter a pressão normal do ar em uma determinada elevação (veja Como funcionam os balões de ar quente para aprender mais sobre a temperatura e pressão do ar). Quando este ar quente mais leve se eleva subitamente, o ar mais frio flui rapidamente para preencher o espaço vazio deixado. Este ar que velozmente preenche o espaço vazio é o vento.

A turbina de energia eólica mais simples possível consiste em três partes fundamentais:

- **Pás do rotor:** as pás são, basicamente, as velas do sistema. Em sua forma mais simples, atuam como barreiras para o vento (projetos de pás mais modernas vão além do método de barreira). Quando o vento força as pás a se mover, transfere parte de sua energia para o rotor;
- **Eixo:** o eixo da turbina eólica é conectado ao cubo do rotor. Quando o rotor gira, o eixo gira junto. Desse modo, o rotor transfere sua energia mecânica rotacional para o eixo, que está conectado a um gerador elétrico na outra extremidade;
- **Gerador:** na essência, um gerador é um dispositivo bastante simples, que usa as propriedades da indução eletromagnética para produzir tensão elétrica - uma diferença de potencial elétrico. A tensão é, essencialmente, "pressão" elétrica: ela é a força que move a eletricidade ou corrente elétrica de um ponto para outro. Assim, a geração de tensão é, de fato, geração de corrente. Um gerador simples consiste em ímãs e um condutor. O condutor é um fio enrolado na forma de bobina. Dentro do gerador, o eixo se conecta a um conjunto de ímãs permanentes que circunda a bobina. Na indução eletromagnética, se você tem um condutor circundado por ímãs e uma dessas partes estiver girando em relação à outra, estará induzindo tensão no condutor. Quando o rotor gira o eixo, este gira o conjunto de ímãs que, por sua vez, gera tensão na bobina. Essa tensão induz a circulação de corrente elétrica (geralmente corrente alternada) através das linhas de energia elétrica para distribuição.

* Técnico em Automação pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

** Técnica em Automação pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

*** Técnica em Automação pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

Disponibilidade de recursos

A avaliação do potencial eólico de uma região requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Geralmente, uma avaliação rigorosa requer levantamentos específicos, mas dados coletados em aeroportos, estações meteorológicas e outras aplicações similares podem fornecer uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m², a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental.

Mesmo assim, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh por ano. Devido, porém, a restrições socioambientais, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Ainda assim, esse potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade.

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. Os resultados dessas medições possibilitaram a determinação do potencial eólico local e a instalação das primeiras turbinas eólicas do Brasil.

Potencial eólico brasileiro

Embora ainda haja divergências entre especialistas e instituições na estimativa do potencial eólico brasileiro, vários estudos indicam valores extremamente consideráveis. Até poucos anos, as estimativas eram da ordem de 20.000 MW. Hoje a maioria dos estudos indica valores maiores que 60.000 MW. Essas divergências decorrem principalmente da falta de informações (dados de superfície) e das diferentes metodologias empregadas.

De qualquer forma, os diversos levantamentos e estudos realizados e em andamento (locais, regionais e nacionais) têm dado suporte e motivado a exploração comercial da energia eólica no País. Os primeiros estudos foram feitos na região Nordeste, principalmente no Ceará e em Pernambuco. Com o apoio da ANEEL e do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, o

Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, publicou em 1998 a primeira versão do *Atlas Eólico da Região Nordeste*. A continuidade desse trabalho resultou no *Panorama do Potencial Eólico no Brasil*, conforme a Figura 1.

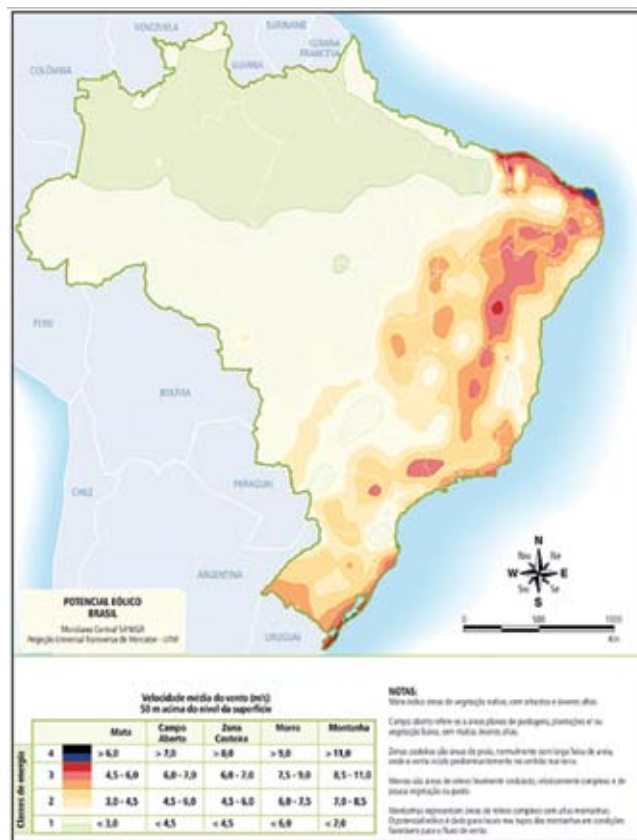


Figura 1 – Potencial eólico brasileiro

Os recursos apresentados na legenda da figura 1 referem-se à velocidade média do vento e energia eólica média a uma altura de 50m acima da superfície para 5 condições topográficas distintas: *zona costeira* – áreas de praia, normalmente com larga faixa de areia, onde o vento incide predominantemente do sentido mar-terra; *campo aberto* – áreas planas de pastagens, plantações e /ou vegetação baixa sem muitas árvores altas; *mata* – áreas de vegetação nativa com arbustos e árvores altas mas de baixa densidade, tipo de terreno que causa mais obstruções ao fluxo de vento; *morro* – áreas de relevo levemente ondulado, relativamente complexo, com pouca vegetação ou pasto; *montanha* – áreas de relevo complexo, com altas montanhas.

Ainda na legenda, a classe 1 representa regiões de baixo potencial eólico, de pouco ou nenhum interesse para o aproveitamento da energia eólica. A classe 4 corresponde aos melhores locais para aproveitamento dos ventos no Brasil. As classes 2 e 3 podem ou não ser favoráveis, dependendo

das condições topográficas. Por exemplo: um local de classe 3 na costa do Nordeste (zona costeira) pode apresentar velocidades médias anuais entre 6,5 e 8 m/s, enquanto que um local de classe 3 no interior do Maranhão (mata) apresentará apenas valores entre 4,5 e 6 m/s.

Outro estudo importante, em âmbito nacional, foi publicado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB/CEPEL. Trata-se do *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*, cujos resultados estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm. Nesse estudo estimou-se um potencial eólico brasileiro da ordem de 143 GW. Existem também outros estudos específicos por unidades da Federação, desenvolvidos por iniciativas locais.

Capacidade instalada no mundo

Em 1990, a capacidade instalada no mundo era inferior a 2.000 MW. Em 1994, ela subiu para 3.734 MW, divididos entre Europa (45,1%), América (48,4%), Ásia (6,4%) e outros países (1,1%). Quatro anos mais tarde, chegou a 10.000 MW e no final de 2002 a capacidade total instalada no mundo ultrapassou 32.000 MW. O mercado tem crescido substancialmente nos últimos anos, principalmente na Alemanha, EUA, Dinamarca e Espanha, onde a potência adicionada anualmente supera 3.000 MW (BTM, 2000; EWEA; GREENPEACE, 2003).

Esse crescimento de mercado fez com que a Associação Europeia de Energia Eólica estabelecesse novas metas, indicando que, até 2020, a energia eólica poderá suprir 10% de toda a energia elétrica requerida no mundo. De fato, em alguns países e regiões, a energia eólica já representa uma parcela considerável da eletricidade produzida. Na Dinamarca, por exemplo, a energia eólica representa 18% de toda a eletricidade gerada e a meta é aumentar essa parcela para 50% até 2030. Na região de Schleswig-Holstein, na Alemanha, cerca de 25% do parque de energia elétrica instalado é de origem eólica. Na região de Navarra, na Espanha, essa parcela é de 23%. Em termos de capacidade instalada, estima-se que, até 2020, a Europa já terá 100.000 MW (WIND FORCE, 2003).

O gráfico, a seguir, apresenta a evolução recente da capacidade instalada em vários países e regiões do mundo. Alemanha, EUA, Espanha e Dinamarca são responsáveis por quase 80% da capacidade instalada no mundo.

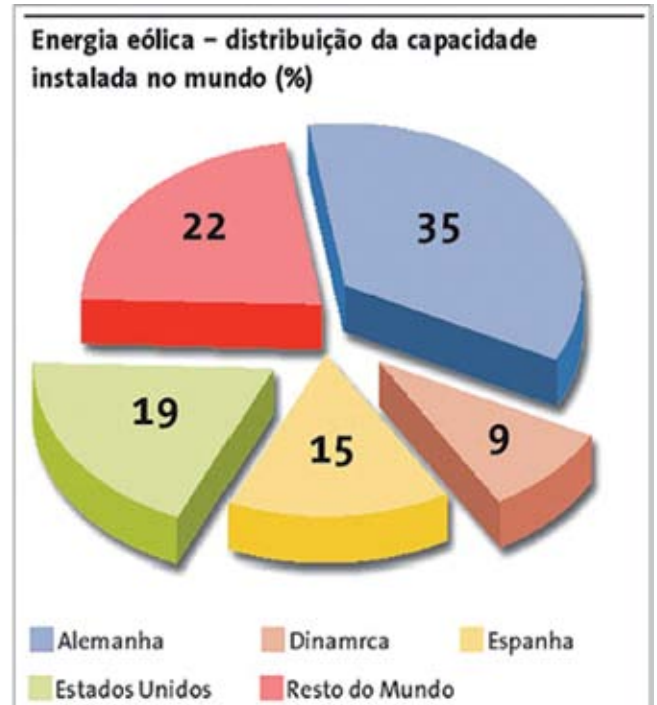


Figura 2 – Potencial eólico no mundo
Fonte: Elaborado com base em dados de Windpower Monthly News Magazine (Knebel), v.19, 2003

Vantagens da utilização 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. São essas:

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).

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 e a criação de gado;
- * Criação de emprego;
- * Geração de investimento em zonas desfavorecidas;
- * Benefícios financeiros (proprietários e zonas camarárias).

Vantagens para o estado

- * Reduz a elevada dependência energética do exterior, nomeadamente a dependência em combustíveis fósseis;

* Poupança devido à menor aquisição de direitos de emissão de CO₂ por cumprir o protocolo de Quioto e diretivas comunitárias e menores penalizações por não cumprir;

* Possível contribuição de cota de GEE para outros setores da atividade econômica;

* É uma das fontes mais baratas de energia podendo competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais.

Vantagens para os promotores

* Os aerogeradores não necessitam de abastecimento de combustível e requerem escassa manutenção, uma vez que só se procede à sua revisão em cada seis meses.

* Excelente rentabilidade do investimento. Em menos de seis meses, o aerogerador recupera a energia gasta com o seu fabrico, instalação e manutenção.

Impactos socioambientais

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, elas têm potencial para atender uma significativa parcela do Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade citada anteriormente.

Entre os principais impactos socioambientais negativos das usinas eólicas destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são devidos ao ruído dos rotores e variam de acordo com as especificações dos equipamentos. As turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e mais barulhentas que os aerogeradores de hélices de alta velocidade. A fim de evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Os impactos visuais são decorrentes do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas. Os impactos variam muito de acordo com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas. Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, esses impactos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego,

arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional.

Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.). Essas interferências variam muito, segundo o local de instalação da usina e suas especificações técnicas, particularmente o material utilizado na fabricação das pás. Também a possível interferência nas rotas de aves deve ser devidamente considerada nos estudos e relatórios de impactos ambientais (EIA/RIMA).

Conclusão

As desvantagens da utilização de energia eólica são mínimas, comparadas ao grande retorno que ela pode ofertar aos aspectos ambientais e econômicos. Além disso, não contribui para a diminuição dos recursos não renováveis, que atualmente estão sendo utilizados em larga escala.

Referências

GREENPEACE. Wind Force 12. 2003. Disponível em: <<http://4dlab.info/energy/energy-wind-wind-force-12.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2011.

GRUBB, M. J.; MEYER, E. N. I.. A Energia Eólica: Recursos, Sistemas e Estratégias Regionais. In: JOHANSSON, T. B.; KELLY, H.; REDDY, A. K. N; WILLIAMS, E. R. H. (Eds.). Energia Renovável: fontes para combustíveis e eletricidade. Washington, D.C.: Island Press, 1993.

LAYTON, J. Como funciona energia eólica. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-eolica.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2011.

MEDIDOR de partícula magnética.. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2011.