

POTENCIAL DE ENERGIA EÓLICA *OFFSHORE* NA MARGEM DO BRASIL

Ortiz, G. P.¹; Kampel, M.¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
e-mail: gustavo.ortiz@cptec.inpe.br

RESUMO

Pela primeira vez foi avaliado o potencial de energia eólica *offshore* para toda a margem do Brasil. Com dados obtidos pelo satélite QuikSCAT entre agosto de 1999 e dezembro de 2009, estimou-se que o potencial energético *offshore* na ZEE brasileira é cerca de 12 vezes maior que na área continental do país, sendo capaz de alavancar o desenvolvimento sustentável do Brasil em longo prazo.

INTRODUÇÃO

Desde o início do século XX, alguns cientistas já vinham sugerindo que o suprimento de energia para a sociedade deveria provir de fontes renováveis. Nas palavras de Tesla (1900): “Quaisquer que sejam nossos recursos de energia no futuro, devemos, para sermos racionais, obtê-la sem o consumo de nenhum material”. No entanto, essa idéia foi logo suprimida pela exploração dos combustíveis fósseis ao longo de décadas e, somente há pouco tempo, a preocupação com a sustentabilidade de nosso padrão de vida e dos recursos naturais retornou às mesas de discussões.

A energia eólica é uma fonte renovável de energia mecânica e, atualmente, já existe tecnologia capaz de convertê-la em eletricidade. O potencial eólico continental brasileiro foi estimado em 146 GW (Amarante *et al.*, 2001), maior do que a geração total de energia no país, que é cerca de 113 GW atualmente (ANEEL, 2010). Entretanto, embora o potencial continental no Brasil seja consideravelmente grande, apenas uma pequena parcela poderia ser utilizada adequadamente, devido ao relevo, ocupação da terra e impactos ambientais. Já sobre o oceano,

os ventos não encontram barreiras naturais, não há relevante restrição de área e os impactos ambientais são minimizados. Com essa perspectiva, diversos países estão investindo em energia eólica *offshore*, com destaque para o Reino Unido que planeja ter 40 GW de potência instalada (WEC, 2010).

O recente estudo realizado por Pimenta *et al.* (2008) apresentou o sensoriamento remoto como uma ferramenta prática e acurada para a análise do potencial eólico *offshore* de grandes áreas. Além disso, o estudo mostrou que o potencial nas regiões Sul-Sudeste do Brasil entre 0 e 100 m de profundidade é de cerca de 215 GW. Este resultado sugere que há um grande potencial energético no campo de ventos *offshore* na margem brasileira.

Este trabalho pretende realizar uma análise preliminar do potencial eólico *offshore* ao longo de toda a margem do Brasil. Possivelmente há um grande potencial energético ainda não completamente mensurado e que pode ser um dos pilares para o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados foram adquiridos pelo satélite QuikSCAT e posteriormente processados pelo CERSAT/IFREMER, que utilizam dados de nível 2-B para gerar um campo de vento com resolução espacial de $0,5^\circ$. O período analisado foi de agosto de 1999 até dezembro de 2009, com resolução temporal diária (CERSAT, 2002).

Os valores obtidos pelo QuikSCAT são referentes a uma altitude de 10 m do nível do mar. No entanto, para os estudos de energia eólica, são importantes os dados a uma altitude próxima ao eixo do rotor da turbina (80 m). O cálculo desta extrapolação de valores de magnitude de vento foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Garvine & Kempton (2008).

Posteriormente, foi calculada a densidade média de potência em cada pixel, baseado na magnitude média do vento e de acordo com a metodologia apresentada por Garvine & Kempton (2008). É importante notar que a potência real gerada pela turbina depende das características de sua construção, que resulta na eficiência de aproveitamento da potência disponível.

A estimativa do potencial real de geração de energia foi realizada com a simulação de utilização de turbinas geradoras *AREVA Wind M5000*, espaçadas em cerca de 600 m no eixo meridional e em cerca de 1200 m no eixo zonal. Foi calculado potencial de energia gerado em cada

pixel e, posteriormente, os valores de cada pixel foram somados para obter-se o potencial energético total regional. Na tabela 1 estão descritas as características técnicas deste modelo de turbina geradora.

Tabela 1: Características técnicas da turbina eólica *AREVA Wind M5000*

Características técnicas - <i>AREVA Wind M5000</i>	
Potência nominal	5 MW
Velocidade mínima	4 ms^{-1}
Velocidade máxima	25 ms^{-1}
Velocidade nominal	$12,5 \text{ ms}^{-1}$
Diâmetro do rotor	116 m
Área do rotor	10.568 m^2
Eficiência de conversão	39,55%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da magnitude do vento *offshore* no Brasil apresentou variação entre 7 e 12 m/s, com valores mínimos próximos à costa de São Paulo e valores máximos próximos à costa de Sergipe e Alagoas. Três regiões de alta magnitude de vento são destacadas: (i) margem de Sergipe e Alagoas, (ii) Rio Grande do Norte e Ceará e (iii) Rio grande do Sul e Santa Catarina . A densidade média de potência apresentou variação entre 215 Wm^{-2} e 968 Wm^{-2} (Figura 1). O potencial de energia gerada em cada pixel variou entre 4,7 MW e 21.2 MW. Os potenciais totais regionais estão apresentados na tabela 2.

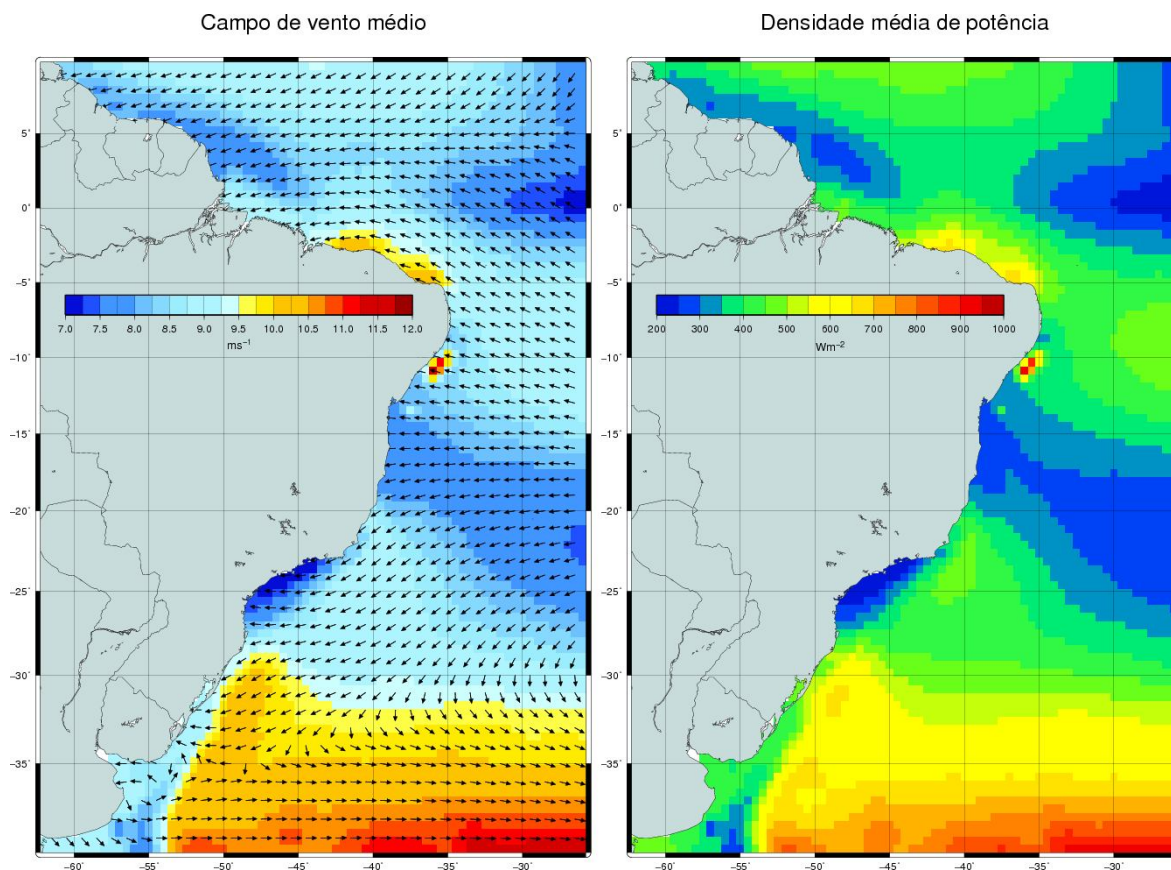


Figura 1: Campo de vento médio e densidade média de potência eólica no Atlântico sudoeste, calculados no período entre agosto de 1999 até dezembro de 2009

Tabela 2: Potencial de geração de energia eólica em diferentes regiões da margem brasileira

Distância da costa	
0 a 10 km	57 GW
0 a 50 km	259 GW
0 a 100 km	514 GW
0 a 200 M (ZEE)	1.780 GW
Intervalo batimétrico	
0 a 20 m	176 GW
0 a 50 m	399 GW
0 a 100 m	606 GW

O potencial eólico para toda a margem brasileira até 100 m de profundidade (606 GW) ficou cerca de três vezes maior que o resultado preliminar apresentado por Pimenta *et al.* (2008),

que avaliou somente as regiões sudeste e sul. Esse resultado sugere que as regiões norte e nordeste têm uma maior produtividade energética. É importante observar que este

potencial de geração energética excede em mais de quatro vezes a geração de energia total do país atualmente, mostrando que a energia eólica poderia ser não somente complementar como substituir a geração de energia a partir de recursos não renováveis.

É notável o potencial energético até 10 km da costa (57 GW), pois representa uma grande quantidade de energia que pode ser produzida próxima do litoral, reduzindo a complexidade das estruturas operacionais. A longo prazo, vemos que a ZEE brasileira, que apresentou um potencial energético de 1,78 TW, poderá ser utilizada para gerar uma quantidade de energia, suficiente para acompanhar e motivar o desenvolvimento do país.

CONCLUSÃO

A margem brasileira em geral apresentou um grande potencial para geração de energia eólica, que ainda não havia sido mensurado. A região nordeste apresenta um maior potencial, com destaque para os estados de SE, AL, RN e CE. Na região sul, a região próxima aos estados de RS e SC também deve ser destacada.

Estudos futuros podem avaliar a variabilidade de direção do vento, além de utilizar maiores resoluções temporais e espaciais nas regiões com maior potencial energético.

O potencial eólico *offshore* na margem brasileira supera o potencial estimado para a área continental do país. A nossa ZEE tem um potencial energético capaz de alavancar o desenvolvimento racional e sustentável do Brasil.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, O.A.C.; Brower, M.; Zack, J & Sá, A.L.; 2001, Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, Ministério de Minas e Energia - Brasília, Brasil, disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/atlas_eolico_brasil/atlas.htm
- ANEEL; 2010, Banco de Informações de Geração, Agência Nacional de Energia Elétrica - Brasília, Brasil, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15>
- AREVA; 2010. M5000 Technical Data Report. AREVA, disponível em: http://www.avea-wind.com/fileadmin/infomaterial/AREVAwind_TechnicalData.pdf
- CERSAT; 2002. Mean Wind Fields (MWF product) - User Manual - Volume 2 : QuikSCAT. CERSAT-IFREMER, 48p. Disponível em: ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/documentation/gridded/mwf-quikscat/mwf_vol2.pdf
- GARVINE, R.W. & Kempton, W.; 2008. Assessing the wind field over the continental shelf as a resource for electric power. *Journal of Marine Research*, 751-773.
- PIMENTA, F., Kempton, W. & Garvine, R.W.; 2008. Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil. *Renewable Energy*, 33(11), 2375-2387.
- TESLA, N.; 1900, The Problem of Increasing Human Energy, *Century Illustrated Magazine* (June)
- WEC; 2010, 2010 Survey of Energy Resources, World Energy Council - London, UK, 618p.