

# MAPEAMENTO EÓLICO DA ILHA DE MARAJÓ - PA USANDO O MODELO ETA

*Eliude Introvini da Cruz Segundo<sup>1</sup>, Enio Bueno Pereira<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Aluno de Mestrado CPTEC/INPE, São José dos Campos - SP, Bra. eliude.introvini@cptec.inpe.br.

<sup>2</sup>Chefe da DMA CEPTEC/INPE, Bra. eniobp@cptec.inpe.br

**RESUMO:** Este trabalho é parte da dissertação de mestrado no qual foi feito um estudo do potencial eólico da Ilha de Marajó – PA. Para fazer o mapeamento eólico da ilha, foram obtidos dados de vento à 50 metros de altura através da modelagem numérica da atmosfera usando o Modelo ETA. A resolução horizontal usada foi a de 8 x 8 km, tendo como dados de entrada o ETA 40 km. As previsões foram feitas para 36 horas, das quais as primeiras 12 horas foram usadas para o modelo melhor se ajustar. O período total de rodadas compreende de dezembro de 2004 a novembro de 2006. Neste trabalho será apresentado apenas as médias sazonais e anual da velocidade do vento. No geral, os resultados obtidos a partir dos mapas mostram que os ventos mais intensos ocorrem na parte nordeste do litoral da ilha e durante o trimestre de setembro a novembro.

**ABSTRACT:** STUDY OF WIND POWER OF THE MARAJÓ ISLAND USING ETA MODEL. This work is part of a master's dissertation in which it was done a study of wind power in the Marajó (PA) island. To wind mapping of the island, were obtained data from wind to 50 meters high by numerical modeling of the atmosphere using the ETA Model. The horizontal resolution used was to 8 x 8 km, with the data entry of the ETA 40 km. The forecasts were made to 36 hours, of which the first 12 hours were used to model the best fit. The total period of rounds comprises December 2004 to November 2006. This paper will be presented only the mean seasonal and annual wind speed. Overall, the results obtained from the maps show that the most intense winds occur at the northeastern coast of the island and during the quarter September to November.

**Palavras-Chave:** Potencial Eólico, ETA, modelagem numérica da atmosfera, Wind Power, numerical modeling of the atmosphere.

## 1. INTRODUÇÃO

A ilha de Marajó é uma ilha brasileira do estado do Pará localizada na foz do rio Amazonas, conforme mostra a Figura 1a, e é considerada a maior ilha fluviomarina do mundo. Ela possui uma área de aproximadamente 50.000 km<sup>2</sup> e 16 municípios, conforme mostra a Figura 1b. São eles: Afuá, Anajás, Bagre, Breves, Cachoeira do Arari, Chaves, Curralinho, Gurupá, Melgaço, Muaná, Ponta de Pedras, Portel, Salvaterra, Santa Cruz do Arari, São Sebastião da Boa Vista e Soure. Na economia, a ilha destaca-se por ter o maior rebanho de búfalos do Brasil.

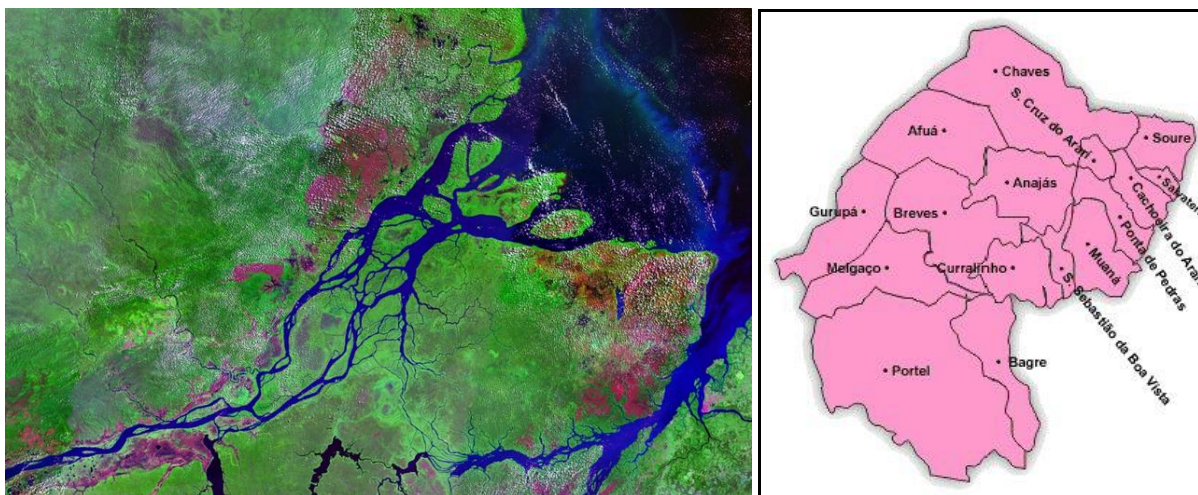


Figura 1: Mapa da Ilha de Marajó (a) Imagem do Satélite e (b) Limites dos Municípios.

Esses municípios não são atendidos pelo Sistema Interligado Nacional (SIN). A energia elétrica provém totalmente de termoeletricas, isto é, de um grande número de pequenas unidades geradoras a óleo diesel, compondo um amplo sistema isolado na região, conforme se verifica na Figura 2.



Figura 2: Mapa Eletrogeográfico. Fonte: Eletrobrás, Plano de Operação de 2008.

O objetivo principal desse trabalho é identificar as regiões da ilha que possuem maior potencial eólico. A seção 2 deste trabalho apresenta a metodologia utilizada para o estudo do potencial eólico da Ilha de Marajó, bem como os detalhes, características e configuração do modelo ETA. A seção 3 apresenta os resultados obtidos e, finalmente, na seção 4 são apresentadas as conclusões.

## 2. METODOLOGIA

Conforme foi mencionado anteriormente, para a execução deste estudo foi utilizado o Modelo ETA. Ele é um modelo de área limitada e foi desenvolvido pela Universidade de Belgrado em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia. Em função de seus bons resultados, tornou-se operacional no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Mesinger et al., 1988; Black, 1994). Posteriormente, também foi instalado no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com o fim de complementar a previsão numérica de tempo que vem sendo realizada desde o início de 1995 com o modelo de circulação geral atmosférica. Os modelos regionais se propõem a prever com maiores detalhes os fenômenos meteorológicos, bem como os principais elementos como temperatura, precipitação e, como é o caso deste trabalho, vento. No Eta, as previsões se estendem até 48h e cobrem a maior parte da América do Sul, em uma grade regular com resolução de 40 km.

Neste trabalho, a resolução horizontal usada foi a de 8 x 8 km, tendo como dados de entrada o ETA 40 km. As simulações foram feitas para se obter dados de vento à 50 metros de altura. As previsões foram feitas para 36 horas, das quais as primeiras 12 horas foram usadas para o modelo melhor se ajustar. O período total de rodadas compreende de dezembro de 2004 a novembro de 2006.

## 3. RESULTADOS

Na Figura 3 é mostrado as médias sazonais e na Figura 4, média anual da velocidade do vento em 50 m para o período informado na seção anterior. Fica evidente que a região litorânea apresenta maior potencial eólico em todas as épocas do ano. Isto condiz com o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (MME e Eletrobrás, 2001), conforme Figura 5. No geral, os ventos mais intensos ocorrem então na parte nordeste do litoral da ilha e durante o trimestre de setembro a novembro, com valores médios superiores a 6 m/s. Já o trimestre com ventos mais fracos vai de março a maio, com valores médios inferiores a 4 m/s. Para a média anual, a velocidade gira em torno de 5 a 6,5 m/s ao ano.

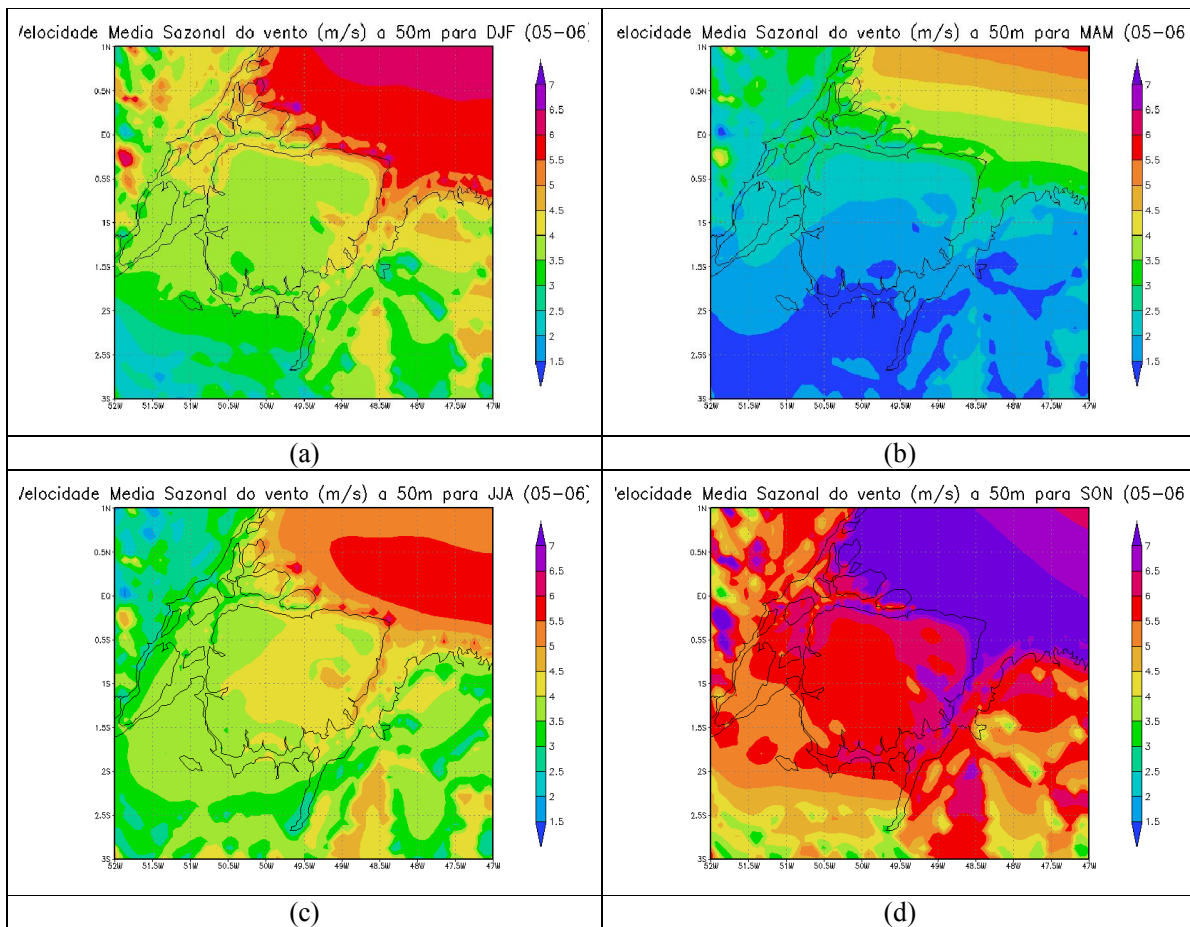


Figura 3: Velocidade Média Sazonal do Vento para (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA, (d) SON.

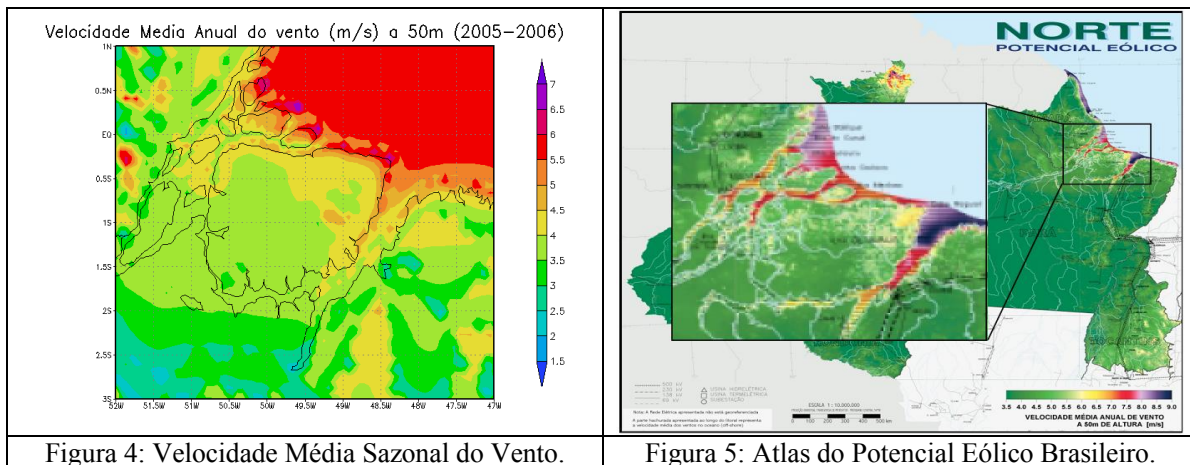


Figura 4: Velocidade Média Sazonal do Vento.

Figura 5: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.

#### 4. CONCLUSÕES

Em um estudo como esse, o ideal seria instalar torres anemométricas com anemômetros em dois ou mais níveis, pois nas estações meteorológicas o vento é medido apenas na altura de 10 metros, o que torna o estudo de potencial eólico inviável. Sabe-se que a velocidade do vento aumenta com a altura segundo a Lei Logarítmica do vento, isto é, quanto mais alto estiver o anemômetro, maior será a velocidade do vento. Assim sendo, quanto mais altos os aerogeradores forem instalados, maior será o potencial eólico de um determinado lugar. Isso é provado pela equação da potência  $P$  disponível no vento:

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3, \text{ onde } u \text{ é a velocidade do vento.}$$

Porém, existe um alto custo para se instalar uma torre anemométrica e, além disso, para um bom mapeamento eólico seriam necessárias algumas torres e não apenas uma. Por isso, a modelagem numérica é usada no sentido de otimizar esse tipo de estudo, sem comprometer gravemente os resultados. Como prova disso, podemos citar os resultados obtidos pelo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.

Por fim, a Ilha de Marajó possui um potencial eólico considerável deve ser aproveitado não no sentido de substituir a geração térmica, mas sim para diminuir a emissão de gases do efeito estufa como por exemplo o gás carbônico. Espera-se que grandes indústrias se interessem em investir na instalação de turbinas eólicas nessas áreas, de forma que se reduza a utilização das termoelétricas a fim de gerar cotas de carbono ou reduzir os índices de emissão de gases para atender as exigências do Protocolo de Kioto.

**AGRADECIMENTOS:** Primeiramente ao CPTEC / INPE e à coordenação de pós-graduação pelo auxílio. Ao Enio Bueno Pereira pela oportunidade e parceria no mestrado, à Chou pelo apoio e aos colegas André, Diego e Gustavo pela grande ajuda e amizade.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica. <http://www.eolica.com.br>.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. <http://www.aneel.gov.br>.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. <http://www.ons.org.br>.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. <http://www.elektrobras.gov.br>.

German Wind Energy Institute. DEWI. Available from: <http://www.dewi.de/statistics.html>.

Casagrande Jr EF, Schultz DJ. CO2 emissions trade in Brazil: a choice between CO2 ionization and wind energy generation.

CRESESB. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2002.