

Evolução tecnológica do mapeamento do potencial eólico

Sybilla Liria Benelli¹
Roger Paul Dorweiler¹
Luiz Alberto Jorge Procopiak¹

¹Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC
Caixa Postal 19.067 – 81531-980 - Curitiba - PR, Brasil
sybilla@lactec.org.br
roger.dorweileir@lactec.org.br
procopiak@lactec.org.br

Abstract. This paper presents the methodological evolve of the wind power mapping in the Paraná state, Brazil. The results obtained by Companhia Paranaense de Energia in its pioneering project to predict the wind resource, called "Projeto Ventar", completed in 1999, has compared to the data obtained during the development and validation of new methodology for technical and economic assessment of wind ventures, completed in 2007, also by the same company. This last one led to the Atlas of wind power of the state of Paraná, which will be the first reference to seek information and identification of the best areas for setting up projects aimed at the deployment of wind power plants. The new methodology includes the use of innovative technologies in the mapping process, including preliminary assessment of wind power in the state and selection of promising areas, using numerical simulation with a model of mesoscale, models of terrain and high-resolution remote sensing imagery. Comparing the results with wind power maps in the state in the various campaigns, it is observed that the new methodology provides greater accuracy and reliability in the estimation of wind generation and less financial risk to potential investors. The current map was a major improvement in resolution, increasing it by about 100 times in details. These results have identified promising new areas in the north and west of the state and also wider regions with wind speeds up to 7.0 m/s at heights of 50 meters. Moreover, some regions had decreased its potential, especially those located in areas of complex topography.

Palavras-chave: potencial eólico, simulação numérica, modelo de mesoescala, modelos de terreno, sensoriamento remoto

1. Introdução

A avaliação do potencial eólico de uma dada região, visando à avaliação técnico-econômica da implantação de empreendimentos de geração eólica, inicia-se com o seu mapeamento temático, cujas técnicas de elaboração passaram por uma enorme evolução tecnológica nas duas últimas décadas. Tal avanço metodológico já começa a fazer pleno uso de modelos digitais de terreno em alta resolução, modelamentos numéricos de mesoescala, e utilização de dados de sensoriamento remoto por satélites.

A COPEL – Companhia Paranaense de Energia desenvolveu de forma pioneira o Projeto VENTAR, que resultou no Mapa do Potencial Eólico do Paraná, publicado em Amarante e Schultz (1999). O projeto incluiu um abrangente programa de medições anemométricas, de baixo custo, que obteve grande alcance ao consolidar o mapeamento eólico do Estado do Paraná e a Usina Eólica de Palmas.

Embora tenha constituído um importante marco metodológico no contexto brasileiro da década de 1990, este estudo ainda não propiciou um adequado levantamento da viabilidade de empreendimentos eólicos; além disso, ocorreram rápidos avanços ao longo dos últimos anos em termos de equipamentos de medição, softwares de simulação atmosférica com interfaces para geoprocessamento, considerações de novas variáveis atmosféricas, modelamentos numéricos de mesoescala utilizando grande capacidade computacional, modelamento das influências de terreno em maior resolução e, sobretudo, a fundamental necessidade de medições anemométricas em alturas compatíveis com as das turbinas eólicas do mercado atual, que variam entre 50 e 100m, eliminando-se as incertezas adicionais de extrapolações de velocidade de vento medidas a baixas alturas na camada-limite.

Em 2003, a COPEL com apoio técnico do Lactec – Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento e a Camargo Schubert – Engenharia Eólica, desenvolveu uma nova metodologia para a avaliação do potencial eólico, buscando resultados que permitissem uma maior confiabilidade na predição do recurso eólico, através do aumento da precisão e detalhamento do mapeamento. Como consequência deste estudo, os resultados obtidos ajudam a oferecer menor risco financeiro relativo à implantação de usinas eólicas, visto que o mapeamento é o principal instrumento para empreendedores no processo da escolha de sítios eolicamente mais promissores.

2. Evolução da Metodologia

2.1 Metodologia desenvolvida no Projeto Ventar – Mapeamento do Potencial Eólico do Estado do Paraná – 1999

O Projeto Ventar, consistiu em um programa de medições para a avaliação do recurso do vento, partindo de uma metodologia objetiva de identificação das melhores áreas e locais para tal análise e utilizou os seguintes recursos ou tarefas: modelos digitais de relevo e rugosidade do Paraná, para identificação das melhores áreas; consulta a equipes regionais de manutenção de redes de transmissão e distribuição, que foram fontes subjetivas de informações quanto a possíveis áreas e locais com freqüente incidência de ventos; análise dos dados existentes, que se concentraram predominantemente nos registros da rede de estações meteorológicas do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) e consultas ao SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná); inspeção de áreas onde foram identificadas todas as regiões candidatas e posterior instalação das estações de medição, totalizando 25 torres, que registraram dados por um período mínimo de um ano, segundo Amarante e Schultz (2000).

Em 1998 iniciou-se a análise e preparação dos modelos para o cálculo de interpolação dos dados anemométricos para todo o território paranaense. Foram realizados ajustes climatológicos, que correspondem à correlação/ajuste dos dados medidos em relação às médias climatológicas de longo prazo (15 anos) registradas pelas estações da rede meteorológica do IAPAR. Desta análise foi elaborado o modelo estatístico atmosférico, para o cálculo de mapeamento.

O modelo de rugosidade do Estado apresentado na Figura 1, em resolução de 2km, foi realizado a partir do Mapa de Uso do Solo do Estado do Paraná (disponibilizado em forma digital pela SEMA - Secretaria de Meio Ambiente) através da associação de parâmetros de rugosidade às diversas classes de cobertura vegetal/uso do solo. Foi adotado o modelo de relevo apresentado na Figura 2, gerado a partir do banco de dados topográficos do CEHPAR (Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza) - UFPR/COPEL.

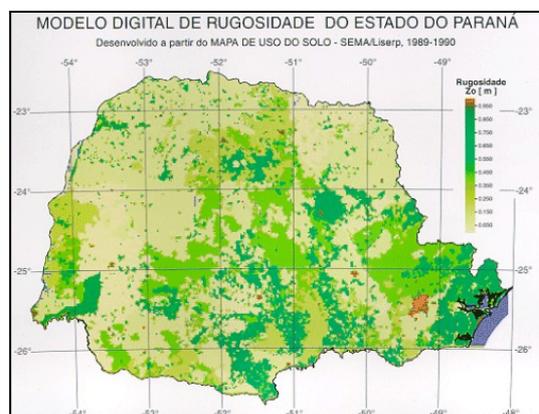


Figura 1 – modelo digital de rugosidade

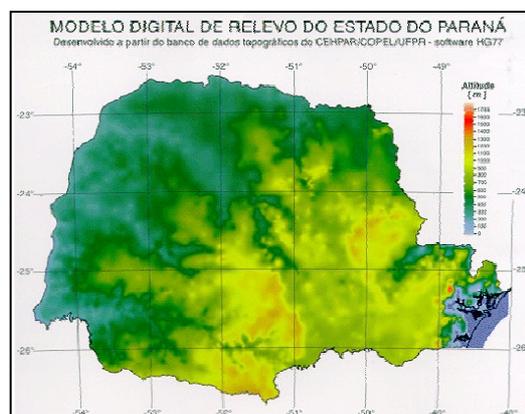


Figura 2 – modelo digital de relevo

O cálculo de interpolação para todo o estado na resolução horizontal de 2km x 2km, a partir dos três modelos descritos, foi realizado pelo *software* WINDMAP, utilizando o modo de otimização de estabilidade térmica atmosférica, para refletir com representatividade todos os valores de velocidade de vento medidos. Como resultado foi gerado o “Mapa do Potencial Eólico do Estado do Paraná” em 1999 pela COPEL, no formato 0,7 x 1,0m e escala 1:1.000.000. Nele, as velocidades de vento na altura de 50m são apresentadas em escala contínua de 255 níveis de cor como mostra a Figura 3.

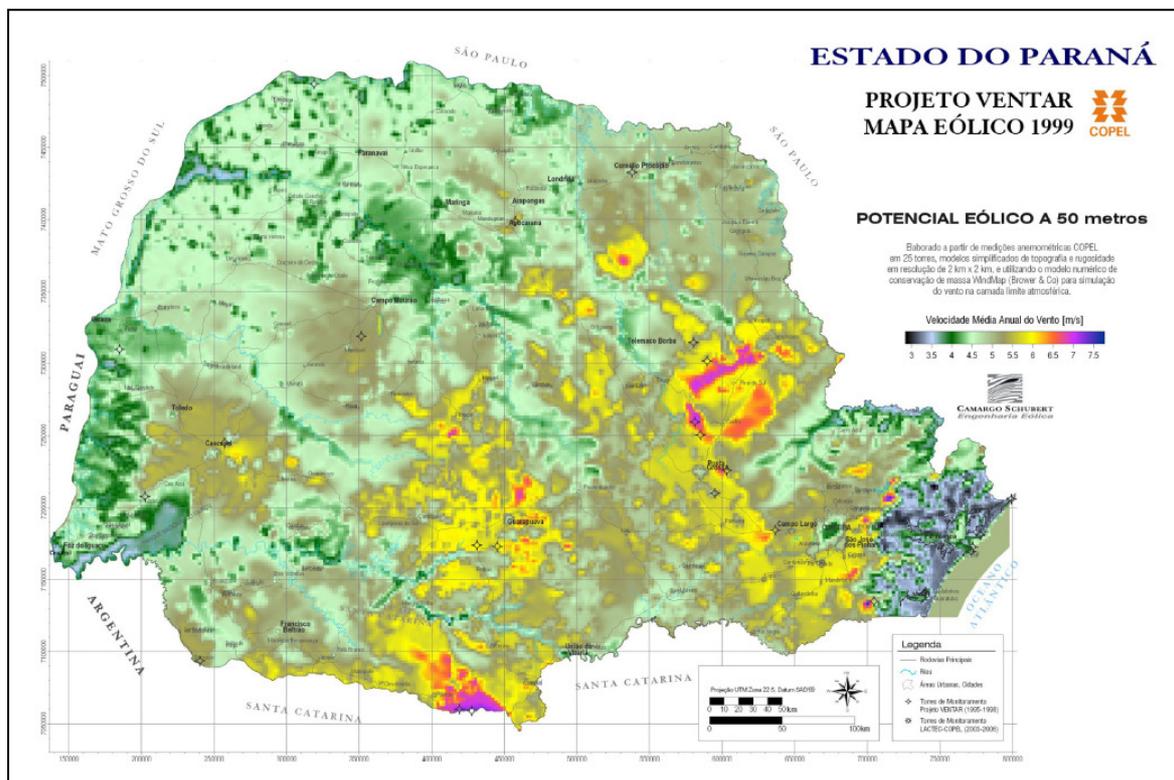


Figura 3 – Potencial Eólico do Estado do Paraná – Projeto Ventar - 1999

2.2. Metodologia desenvolvida no Projeto P&D ANEEL – Mapeamento do Potencial Eólico do Estado do Paraná – 2007

O Mapeamento do Potencial Eólico do Estado do Paraná é resultado do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D, ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica) intitulado "Desenvolvimento e Validação de Nova Metodologia para Avaliação Técnico-Econômica de Empreendimentos Eólicos", proposto pela COPEL Geração S.A., e realizado em parceria com o LACTEC (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento) e consultoria CAMARGO SCHUBERT Engenharia Eólica.

O projeto contou com uma campanha de medições anemométricas no período de 2003 a 2006, a partir de nove torres de medições, que foram distribuídas ao longo do Estado.

Foram desenvolvidos modelos a partir de dados de radares topográficos de alta resolução, imagens de satélite, modelos de uso do solo e amostragens em campo, que são utilizados no mapeamento de potencial eólico, representando a influência do terreno nas simulações do escoamento atmosférico.

A Figura 4 mostra o modelo de relevo desenvolvido a partir de base topográfica da NASA/SRTM *Shuttle Radar Topography Mission*, em resolução final de 200 m x 200 m.

A rugosidade do terreno pode ser entendida como uma medida da aspereza de uma superfície, e é um fator de redução da velocidade do vento, o Modelo Digital de Rugosidade

O modelo de relevo utilizado no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro foi desenvolvido pela United States Geological Survey (USGS), com resolução horizontal de 1 km.

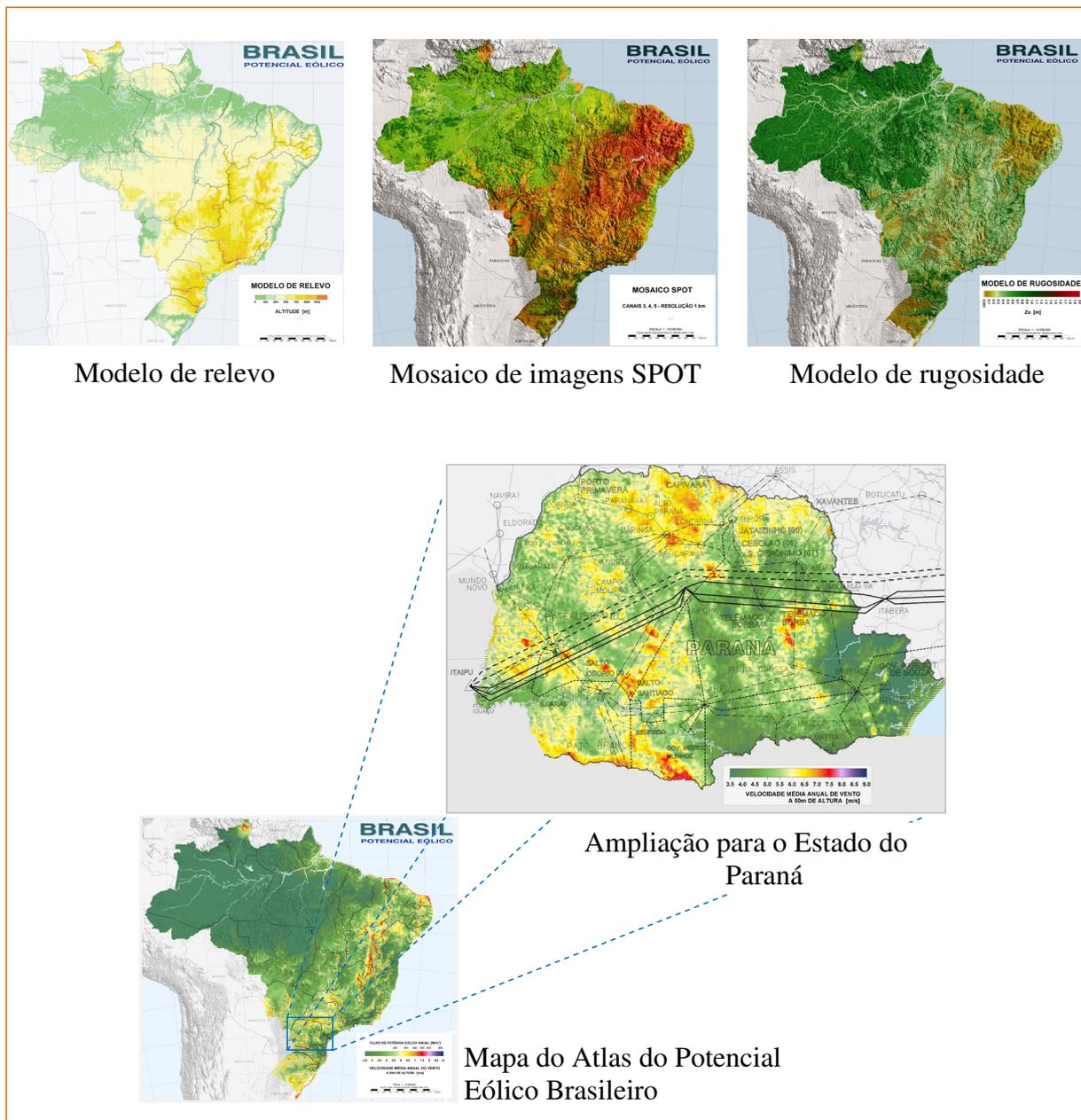


Figura 7 – Modelos - Atlas do Potencial Eólico Brasileiro

A Figura 8 a seguir, apresenta o resultado do mapeamento do potencial eólico paranaense obtido através da nova metodologia para a altura de 50 m.

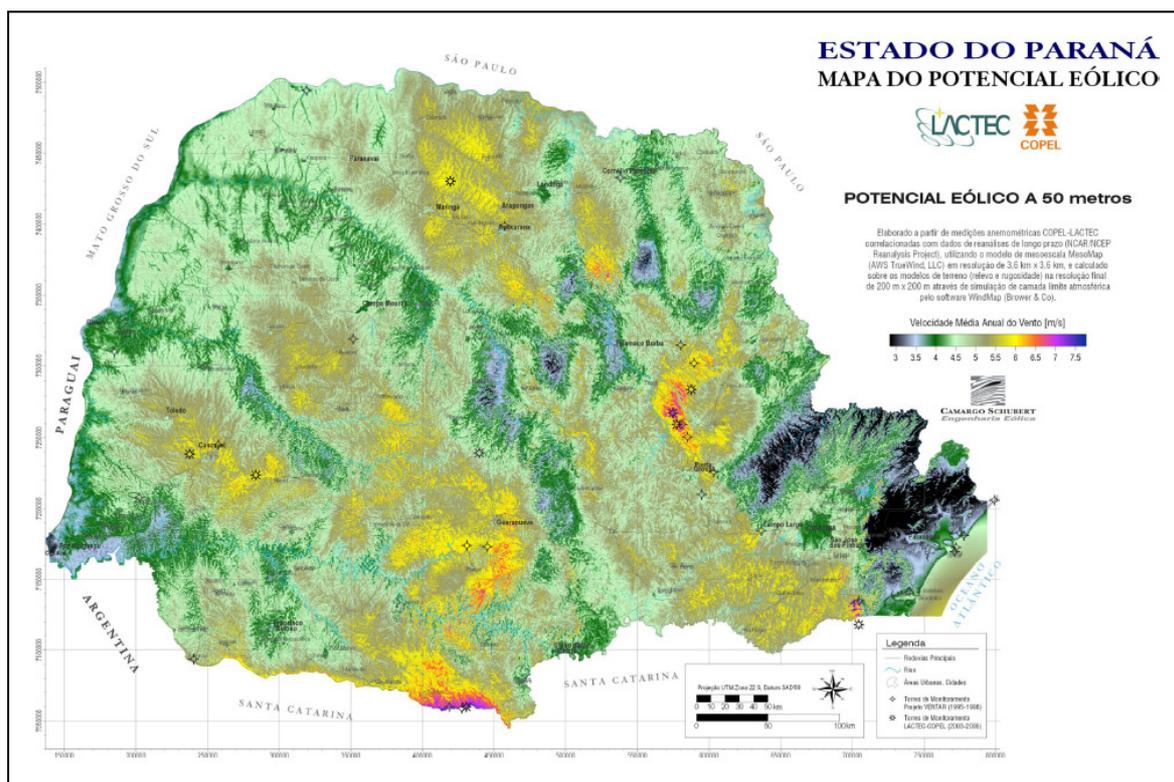


Figura 8 – Potencial Eólico do Estado do Paraná – Projeto P&D ANEEL - 2007

3. Resultados e Discussões

A nova metodologia resultou em uma estimativa muito mais detalhada e representativa do recurso energético eólico sobre o Estado do Paraná. Comparado ao mapa realizado em 1999 pelo Projeto Ventar, na resolução de 2 km x 2 km, a nova malha de 200 m x 200 m, resulta num ganho de resolução na ordem de uma centena de vezes maior.

Os resultados revelaram novas áreas promissoras, no norte e no oeste do Estado do Paraná, indicando a existência de mais áreas com vento superior a 7,0 m / s a 50 metros de altura. O parâmetro adotado neste estudo é de velocidades médias anuais de ventos acima de 7,0 m / s, levando em consideração que no Brasil o limiar mínimo de atratividade para investimentos em geração eólica situa-se em torno desta medida.

Como conseqüência, o potencial aumento da capacidade disponível de até 312 MW (0,77 TWh / ano).

4. Conclusões

A nova metodologia oferece maior precisão e confiabilidade na estimativa de geração eólica e na identificação das melhores áreas para a implantação de usinas eólicas. A avaliação incluiu medições de alta qualidade, modelos de terreno em melhor resolução e fonte de dados, e modelamento de mesoescala, cujos resultados trazem maior exatidão na predição do recurso eólico.

Os regimes de vento são fortemente influenciados pelas características locais de topografia e rugosidade do terreno. Portanto, a acurácia dos resultados é afetada diretamente pela qualidade dos modelos digitais empregados.

Foi possível modelar as influências de terreno, como o comportamento do vento em regiões de terrenos com topografia mais complexa, a partir de modelos em maior resolução.

Referências Bibliográficas

AMARANTE, O.A.C.; SCHULTZ, D.J. Wind Energy Resource Map of the State of Paraná, Brazil. **Dewi Magazin**, Germany, n. 15, p. 70-75, Aug. 1999;

AMARANTE, O.A.C.; SCHULTZ, D.J. O Mapa do Potencial Eólico do Estado do Paraná. **CRESESB Informe**, ano V, n 6, set. 2000;

AMARANTE, O. A. C.; Brower, M.; Zack, J. “Atlas do Potencial Eólico Brasileiro”. MME / ELETROBRÁS / CEPEL. 2001.