



ESTIMATIVA DO POTENCIAL EÓLICO DO ESTADO DE ALAGOAS UTILIZANDO O MODELO ATMOSFÉRICO WRF

Alaerte da Silva Germano

Universidade Federal de Alagoas, Brasil
alaertegermano@hotmail.com

Rosiberto Salustiano da Silva Junior

Universidade Federal de Alagoas, Brasil
rosibertojr@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho é utilizar o modelo atmosférico *Weather Research and Forecasting* (WRF) para realizar uma análise preliminar sobre o potencial eólico disponível no estado de Alagoas e identificar as áreas mais promissoras para geração de energia eólica. Foram realizadas simulações da direção, velocidade e potência média transportada pelo vento, para todo o território do estado de Alagoas, durante o ano de 2009. O modelo WRF foi configurado com dois domínios espaciais, em que o Domínio 1 abrange a Região Nordeste do Brasil e Oceano Atlântico, possuindo resolução espacial de 25 km e Domínio 2 abrange os estados de Alagoas, Sergipe e parte do estado de Pernambuco, com resolução de 5 km. Durante o período do verão a velocidade do vento é maior, portanto, esse período tem um maior potencial para a geração de energia eólica. O WRF mostrou ser uma ferramenta eficiente no mapeamento do potencial eólico do estado de Alagoas, isso foi comprovado na comparação dos dados de velocidade de vento simulado pelo modelo com os dados observado em estações anemométricas, indicando que o WRF pode ser utilizado em outras regiões.

Palavras-chave: Vento; Energia; Potencial.

ABSTRACT

The objective of this work is to use the atmospheric model *Weather Research and Forecasting* (WRF) to conduct a preliminary analysis of wind potential available in the state of Alagoas and identify the most promising areas for wind power generation. simulations were performed direction, speed and average power carried by the wind, for the whole territory of the state of Alagoas, in the year 2009. The WRF model was configured with two spatial domains in the Domain 1 covers the northeast region of Brazil and Atlantic Ocean, having a spatial resolution of 25 km and Domain 2 covers the states of Alagoas, Sergipe and part of the state of Pernambuco, with 5 km resolution. During the summer period the wind speed is higher, so this period has a higher potential for wind power generation. The WRF is an efficient tool in wind potential mapping of the state of Alagoas, it was proven in the comparison of wind speed data simulated by the model with the data observed in airspeed stations, indicating that the WRF can be used in other regions.

Keywords: Wind; Energy; Potential.

1 INTRODUÇÃO

Temas ligados à infraestrutura elétrica aumentam a preocupação diante da alta dependência dos recursos hídricos para geração de energia. De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2011, as usinas hidrelétricas correspondem a 75% da matriz elétrica total do Brasil, logo é de fundamental importância reduzir a dependência

da fonte hidrelétrica, que apesar do baixo custo por megawatt gerado, possui uma grande vulnerabilidade às condições climáticas, além de problemas ambientais (FILGUEIRAS, et al., 2013). Nesta situação, a utilização de fontes limpas e renováveis de energia além da hídrica, como a eólica, teve um aumento substancial em todo o mundo na sua geração e pesquisa nos últimos 20 anos (UNEP, 2010).

O Atlas Eólico do Estado de Alagoas desenvolvido pela Eletrobrás (2008) revelou que dentre os estados da Região Nordeste do Brasil, Alagoas destacou-se por possuir um potencial energético alto e promissor no que diz respeito aos ventos. Essa matriz energética está sujeita a influência de vários fenômenos meteorológicos que alteram o regime de vento, especialmente em destaque a influência do vento de sudeste (Alísios), brisas marítimas (diferença da variação da capacidade térmica entre oceano-continente em escala local), célula de Walker formado pela variação do aquecimento continente-oceano, sendo esta circulação de escala global influenciada pela ocorrência do El Niño Oscilação Sul, passagem de sistemas frontais entre outros (MOLION e BERNARDO, 2002).

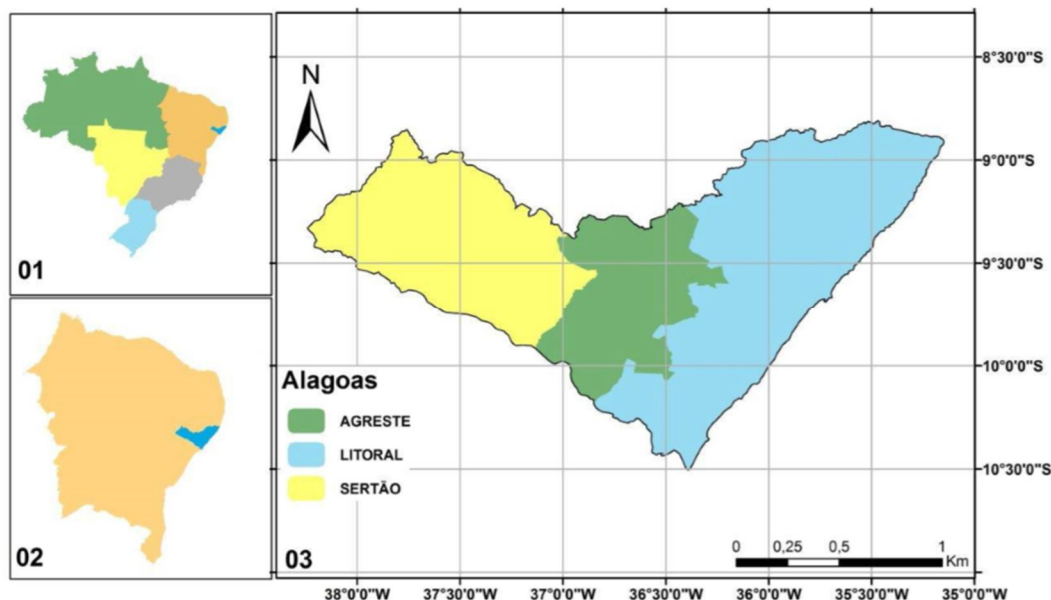
A capacidade de prever com precisão a intensidade e direção dos ventos é de grande importância no sentido de diminuir problemas técnicos e econômicos oriundos desta fonte de energia (DALMAZ, 2007). Os modelos atmosféricos têm sido uma importante ferramenta para descrever e caracterizar uma determinada área sem a necessidade da instalação de uma enorme rede de estações meteorológicas, são programas computacionais capazes de representar a dinâmica e física da atmosfera e superfície da terrestre.

Visando buscar novas informações sobre as características dos ventos que atuam no estado de Alagoas, tais como, direção, velocidade e potencial para geração de energia eólica, este trabalho tem o objetivo de utilizar o modelo atmosférico *Weather Research and Forecasting* para realizar uma análise preliminar sobre o potencial eólico disponível no estado de Alagoas e identificar as áreas mais promissoras para geração de energia eólica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1, observa-se a área de estudo deste trabalho, que corresponde ao estado de Alagoas, localizado na Região Nordeste do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Alagoas possui uma área territorial de 27.779 km² e é dividido em três mesorregiões, que são o Agreste, Litoral e Sertão, totalizando em 102 municípios e comportando aproximadamente 3,121 milhões de habitantes.

Figura 1 - Localização do estado de Alagoas na região Nordeste do Brasil, com suas mesorregiões: Litoral, Agreste e Sertão

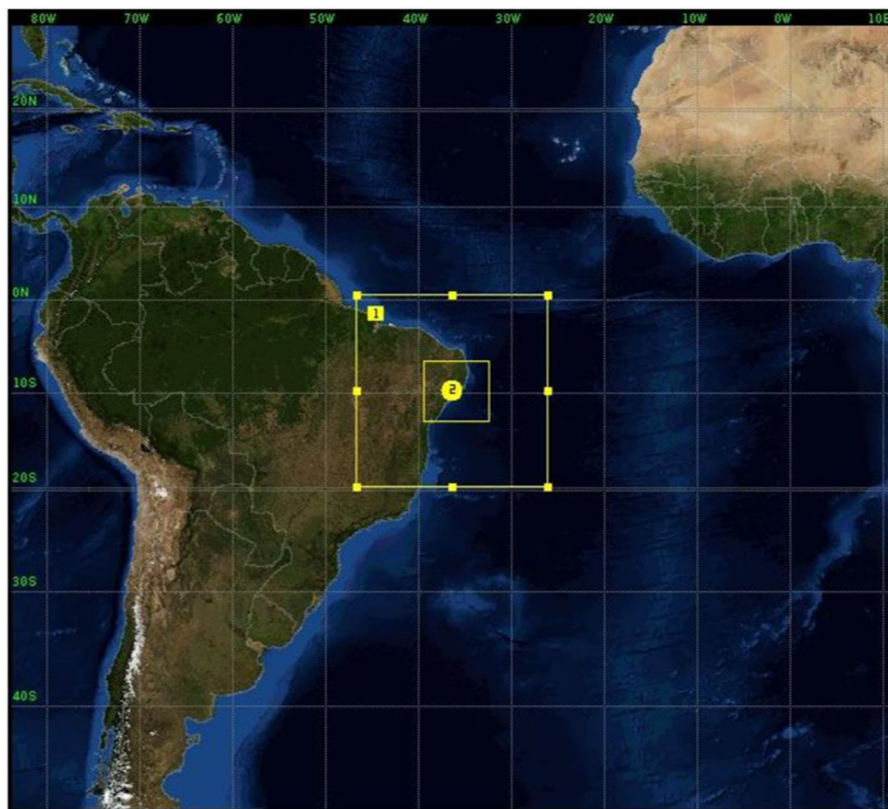


Fonte: Ramos (2012).

Foi utilizado o *Weather Research and Forecasting* (WRF), que é um modelo atmosférico de mesoescala que serve para realizar previsão e simulações numérica de tempo e clima. É uma ferramenta grátis e disponibilizado livremente para uso operacional e de pesquisa, sendo que para este trabalho foi utilizada a versão 3.2, lançada em Abril de 2010. Foram realizadas simulações da direção, velocidade e potência média transportada pelo vento, para todo o território do estado de Alagoas. As simulações foram feitas para cada dia do período de estudo, que ocorreu durante o ano de 2009.

O modelo WRF foi configurado com dois domínios espaciais (Figura 2), em que o Domínio 1 abrange a Região Nordeste do Brasil e Oceano Atlântico, possuindo resolução espacial de 25 km. O Domínio 2 abrange os estados de Alagoas, Sergipe e parte do estado de Pernambuco, com resolução de 5 km. Esta configuração aumenta a qualidade das simulações, pois o Domínio 1, que compreendem maior área, irá descrever fenômenos meteorológicos de escala sinótica, tais como, sistemas frontais vindos do sul, ventos Alísios de nordeste e sudeste. Já o Domínio 2, irá descrever os fenômenos de menor escala espacial, como a influência do sistema de brisas, que influência na direção e velocidade dos ventos.

Figura 2 - Localização geográfica dos domínios espaciais configurados no modelo WRF



Fonte: Autor (2016).

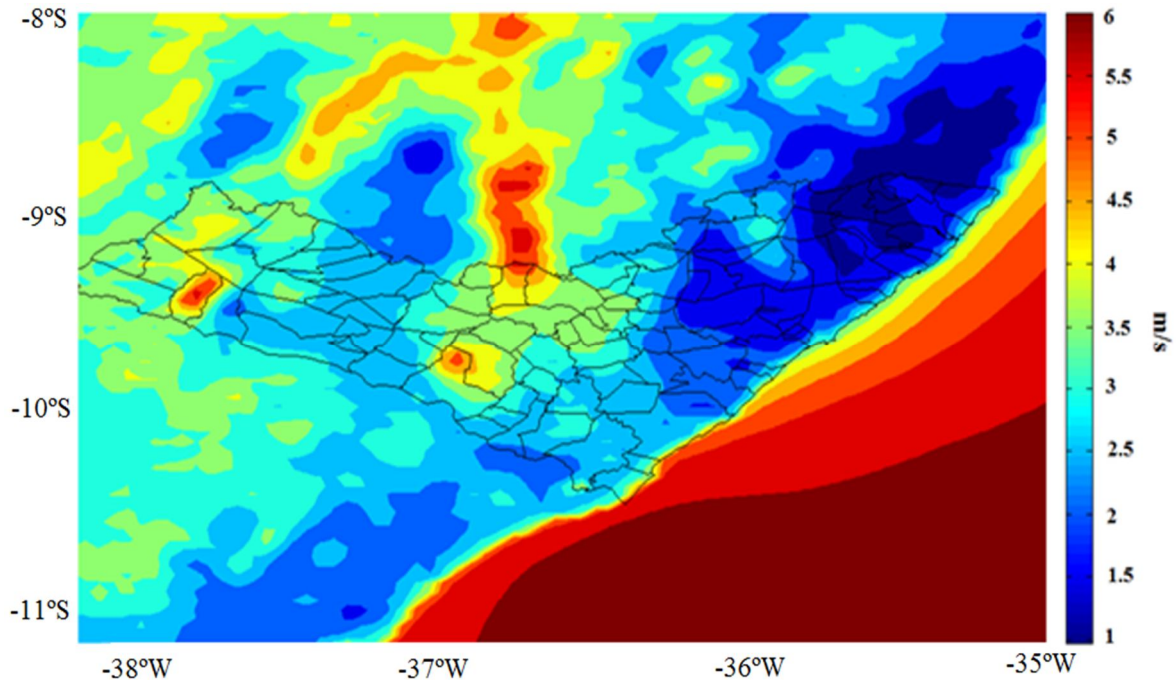
Foram utilizados dados de seis estações anemométricas da Eletrobrás, distribuídas no estados de Alagoas, sendo três no Litoral, duas no Agreste e uma no Sertão. Os dados observados nestas estações são de uma alturas de 30 metros, a mesma altura das simulações do WRF e para o mesmo período de estudo, o ano de 2009. Utilizou-se especificamente o ano de 2009 porque é o único período onde se tem dados observados disponíveis e sem falhas. Esses dados observado servirão para validar o modelo WRF e ver qual o seu grau de eficiente para fazer simulação de vento no estado de Alagoas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 representa a simulação do modelo WRF para a velocidade média do vento durante o ano de 2009, para uma altitude de 30 metros. Observa-se três áreas onde a velocidade do vento alcança seus valores máximos no estado de Alagoas, entre 5 m/s e 6 m/s. Na mesorregião do Agreste destacam-se uma área nos municípios de Estrela de Alagoas e Palmeira dos Índios (aproximadamente na Latitude $-9,3^{\circ}\text{S}$ e Longitude $-36,8^{\circ}\text{W}$)

e outra área no município de Traipu (aproximadamente na Latitude $-9,8^{\circ}\text{S}$ e Longitude -37°W). Na mesorregião do Sertão destaca-se uma área do município de Olho d'água do Casado (aproximadamente na Latitude $-9,4^{\circ}\text{S}$ e Longitude $-37,9^{\circ}\text{W}$).

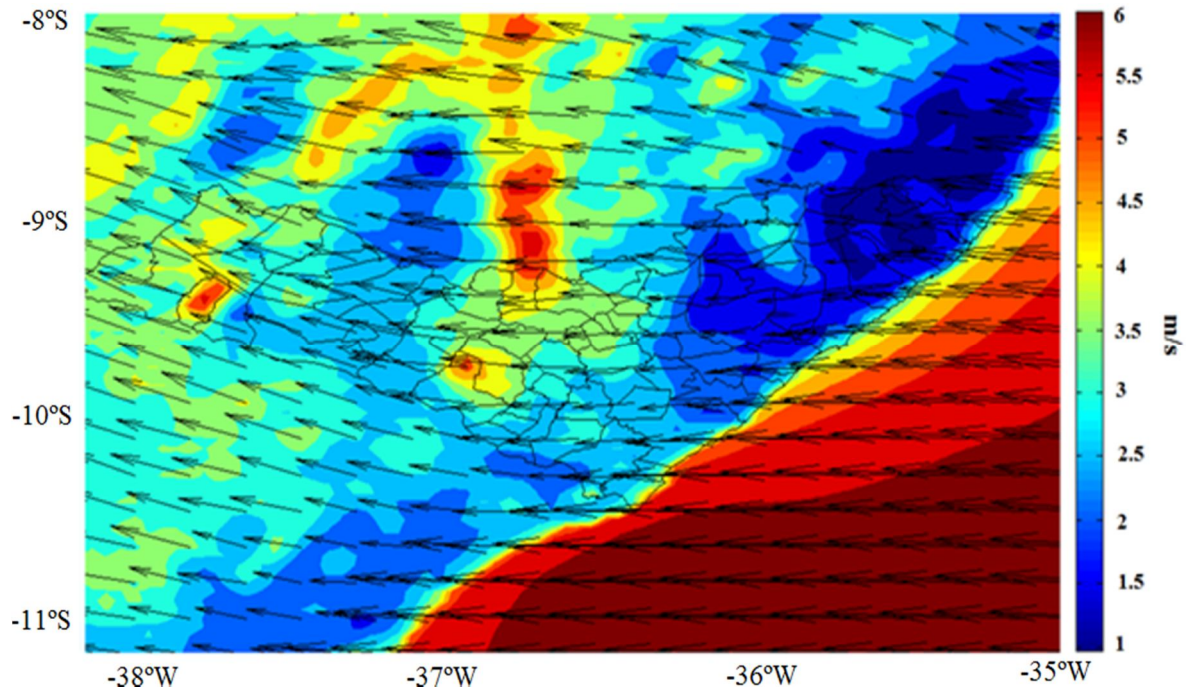
Figura 3 - Velocidade média do vento no estado de Alagoas simulada em 30 metros de altura durante o ano de 2009



Fonte: Autor (2016).

A direção predominante do vento é claramente de Leste, em todo o estado alagoano, como pode ser visto na Figura 4. Ramos (2012) em seu estudo também verificou que a direção predominante do vento era de Leste. Mesmo durante a noite a direção do vento não mudou, embora que o período noturno seja influenciado pela brisa que ocorre do continente para o Oceano Atlântico (vento de Oeste). No trabalho de Fedorova (2001) é encontrado que a direção do vento não sofre alteração durante a noite, devido a influência dos ventos Alísios de Sudeste, que atua sobre a costa Leste do Nordeste do Brasil, penetrando no continente por vários quilômetros a dentro.

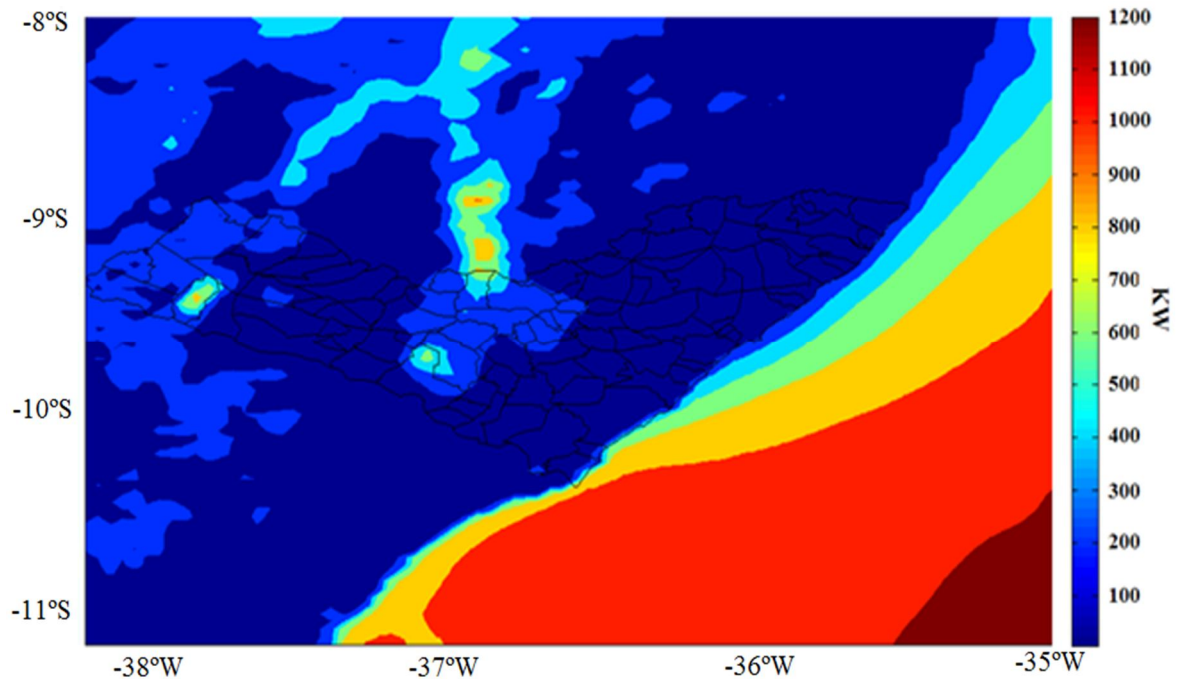
Figura 4 - Direção e velocidade média do vento no estado de Alagoas simulada em 30 metros de altura durante o ano de 2009



Fonte: Autor (2016).

Na literatura, no trabalho de Freitas (2011), encontra-se que a potência do vento é proporcional ao cubo da velocidade, ou seja, se a velocidade do vento dobrar, mantidas as demais condições, a potência aumentará oito vezes. É por isso que a potência média disponível transportada pelo vento, observado na Figura 5, se destacou exatamente nas mesmas áreas onde a velocidade do vento foi mais elevada, nos municípios de Estrela de Alagoas, Palmeira dos Índios, Traipu e Olho d'água do Casado. Os valores mais elevados de potência média transportada pelo vento variaram entre 600 kW e 800 kW.

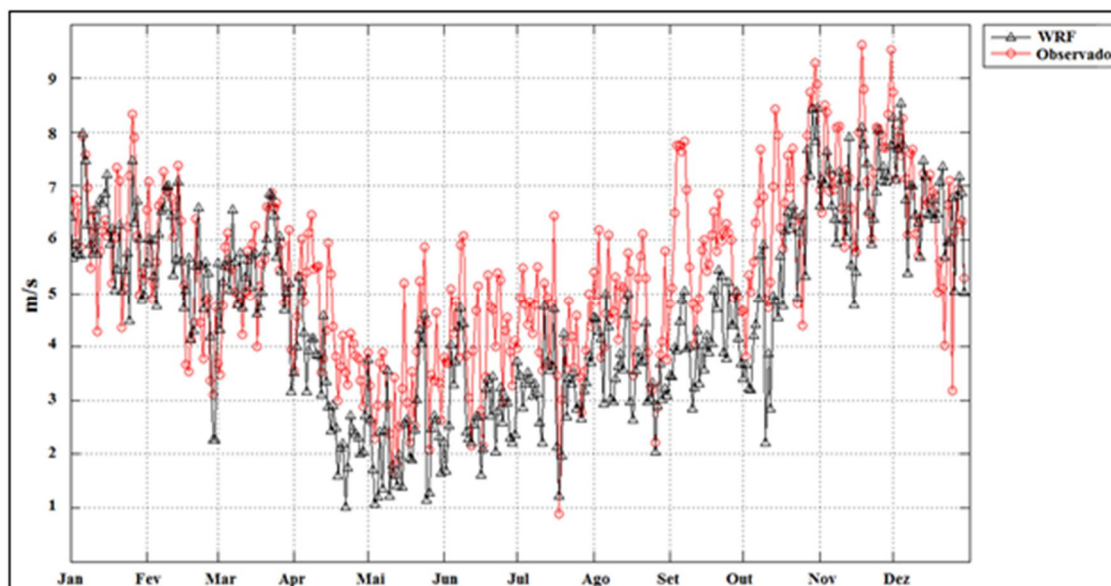
Figura 5 - Potência média disponível transportada pelo vento no estado de Alagoas simulada em 30 metros de altura durante o ano de 2009



Fonte: Autor (2016).

Nota-se na Figura 6, nota-se a comparação entre os dados simulados pelo modelo WRF e os dados observados nas estações anemométricas, dando um indicativo de quanto os dados simulados se aproxima dos dados observados. É possível observar que as séries dos tipos de dados são bem próximas, mas percebe-se que na sua maioria, os dados simulados apresentaram valores inferiores aos dados observado. Os valores mais elevados de velocidade média do vento, tanto nos dados simulados quanto nos observados, foram encontrados durante o período de verão, entre os meses de Novembro e Fevereiro, variando entre 7 m/s e 9 m/s. Os menores valores foram encontrados no período de inverno, entre os meses de Maio e Agosto, variando entre 1 m/s e 3 m/s.

Figura 6 - Velocidade média do vento observada em estações e simulada pelo WRF para 30 metros de altura no estado de Alagoas durante o ano de 2009



Fonte: Autor (2016).

4 CONCLUSÕES

As simulações realizadas através do modelo WRF indicaram que existem três áreas no estado de Alagoas que apresentam condições para implantação de parque eólicos. Durante o período do verão a velocidade do vento é maior, portanto, esse período tem um maior potencial para a geração de energia eólica. O WRF mostrou ser uma ferramenta eficiente no mapeamento do potencial eólico do estado de Alagoas, isso foi comprovado na comparação dos dados de velocidade de vento simulado pelo modelo com os dados observado em estações anemométricas, indicando que o WRF pode ser utilizado em outras regiões para os mesmos fins.

REFERÊNCIAS

- DALMAZ, A. **Estudo do potencial eólico e previsão de ventos para geração de eletricidade em Santa Catarina**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2007.
- ELETOBRÁS. **Atlas Eólico do Estado de Alagoas**. Centrais Elétricas Brasileiras S. A. Rio de Janeiro, p. 67. 2008.
- FEDOROVA, N. **Meteorologia Sinótica** - Editora e Gráfica Universitária, 2001. p. 119 – 200. (V. 2).
- FILGUEIRAS, A.; SILVA, T. M. V. Wind Energy in Brazil - present and future. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, v. 7, p. 439-451. 2013.

FREITAS, R. S. **Avaliação do Potencial de Produção de Energia Eólica em Larga Escala no Município de Piatã / BA. 2011.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Pós- 18 Graduação *latu sensu* em Fontes Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

RAMOS, D. N. S. **Mapeamento eólico do Estado de Alagoas utilizando ferramentas computacionais e dados observados.** 2012. 130 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL. 2012.

UNEP. **Global trends in sustainable energy investment 2010.** United Nations Environment Programme (UNEP), Organização das Nações Unidas (ONU). Nova Iorque, p. 61. 2010.