

ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO *OFFSHORE* NA COSTA DA BAHIA

Christlaine do Bomfim Marinho¹; Erick Giovani Sperandio Nascimento²; Davidson Martins Moreira³

¹Me em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial; Bolsista – Fapesb; christlaine.bm@gmail.com

²Dr em Engenharia Ambiental, Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA

³Dr em Engenharia Mecânica, Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA;

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo estimar o potencial eólico *offshore* na costa da Bahia, através da simulação com o modelo WRF. Este reproduziu as características de velocidade do vento na costa da Bahia, indicando que o campo eólico *offshore* da Bahia dispõe de um perfil favorável para o desenvolvimento da matriz eólica energética, em especial a costa marítima do extremo sul do Estado (compreendida entre os municípios de Caravelas e Mucuri), onde os ventos estão com boa intensidade e próximos do continente. A análise inferiu que a região tem um potencial eólico instalado de 41,3 MW/ano e uma capacidade de produção de 362 GWh de energia eólica em um ano, aproximadamente.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial eólico *offshore*, Modelo WRF.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente favorável para o desenvolvimento da tecnologia de energia eólica, levou o Brasil a um extenso processo de conformação do setor de energia, principalmente na produção *onshore*, somando 15,3 GW de capacidade instalada.¹ Concomitante a isto, o país demonstra um forte interesse em ampliar essa matriz, mormente em consideração ao seu potencial marítimo. De acordo com dados do *Roadmap*, há dois complexos eólicos (CE e MA) e uma planta piloto (RN) que já estão em processo de avaliação do licenciamento ambiental no Ibama.² Em contrapartida, a Bahia que dispõe de um excelente potencial de forte magnitude,³ ainda não possui projetos de P&D para o aproveitamento do seu recurso eólico marítimo. Deste modo, percebe-se na Bahia uma forte aptidão para o progresso de geração de energia eólica *offshore*.

Para a avaliação do potencial eólico *offshore* é necessário conhecer as características do recurso eólico na região de interesse. Para tanto, tal informação pode ser obtida por meio de uma modelagem computacional. Um dos modelos frequentemente usados para a previsão de recursos eólicos *onshore* e *offshore* é o *Weather Research and Forecasting* (WRF).^{4,5} O WRF é um sistema de mesoescala voltado para a previsão numérica do tempo com foco em aplicações operacionais e de pesquisa.⁶ Esse modelo permite que diferentes opções numéricas e físicas sejam aplicadas a um conjunto de escalas geográficas e atmosféricas.⁶ E isso propicia a simulação de campos eólicos *offshore* em qualquer parte do mundo.^{4,5}

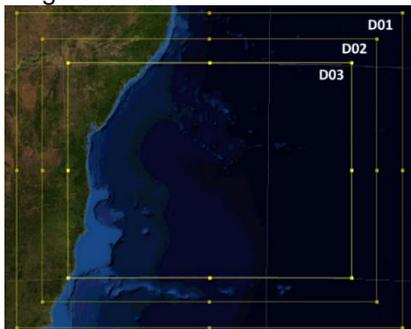
Neste sentido, com o intuito de ampliar as pesquisas voltadas para o desenvolvimento da matriz eólica *offshore* no Brasil, o presente estudo tem como objetivo estimar o potencial eólico *offshore* na costa da Bahia, através da simulação com o modelo WRF.

2. METODOLOGIA

O modelo WRF (versão 3.9) foi empregado para estimar os perfis vertical e horizontal do vento, no período de 2015 e 2016. A configuração espacial horizontal dos domínios, centralizados na Costa da Bahia, são: D01 (27 km), 77 x 62 células, -15,012° (lat) e -32,94804° (lon); D02 (9 km), 199 x 154 células e D03 (3 km), 505 x 376 células, ambos com -14,96728° (lat) e -32,94804° (lon). E a representação dos domínios aninhados pode ser visualizada na Figura 1.

Na vertical, o modelo foi configurado com 21 níveis de pressão hidrostática. A discretização espacial vertical escolhida para a análise compreende a altura de 187 m (correspondente à altura de um aerogerador comercial, neste caso, o Vestas V-164 8MW). As parametrizações físicas usadas na simulação foram ajustadas da seguinte maneira: WSM5 para microfísica, RRTM para radiação de onda longa, Dudhia em radiação de onda curta, Kain Fritsch para cumulus, MYJ para camada limite planetária, ETA para camada superficial.

Figura 1 – Domínio de ajuste para simular as características do recurso eólico ao longo da costa marítima da Bahia.



2.1 Potencial Eólico e Geração de Energia

A potência do vento ($P_{(v_z)}$) disponível é dada pela Equação 1.

$$P_{(v_z)} = \frac{1}{2} \rho A v_z^3 C_p \quad (1)$$

onde: ρ é a massa específica do ar ($1,225 \text{ kg/m}^3$), A é a área de varredura do rotor (usou-se como referência as especificações do modelo Vestas V-164 8MW – 21.124 m^2) e C_p é o coeficiente de potência do rotor (com valor teórico de 0,59).

A quantidade de energia a ser gerada, no intervalo de 1 ano, foi obtida matematicamente através da Equação 2.

$$E = P_{(v_z)} \cdot T \quad (2)$$

onde: T – Total de horas de 1 ano (8760 h).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial Eólico e Geração de Energia

Com os dados das velocidades na altura requerida do V-164 foi possível estimar o potencial instalado de um único aerogerador. Os resultados do potencial eólico, para os anos de 2015 e 2016, considerando a área de varredura do rotor (MW) estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Potencial eólico instalado com base na altura do aerogerador V-164 8 MW – 187 m.

Meses	2015 (MW)	2016 (MW)
Janeiro	3,66	3,57
Fevereiro	2,71	2,48
Março	1,78	2,51
Abril	1,30	2,69
Mai	2,92	1,93
Junho	5,15	3,07
Julho	6,68	4,02
Agosto	4,27	3,74
Setembro	3,43	4,14
Outubro	2,92	4,26
Novembro	3,50	3,91
Dezembro	3,00	3,97

Os cálculos revelaram que um único aerogerador tem o potencial eólico instalado de, aproximadamente, 41,3 MW/ano, refletindo em uma capacidade de produção de 362 GWh de energia eólica em um ano. Ainda sobre os dados, foi constatado que no período tido como “safra dos ventos” (junho a novembro) foram percebidos os maiores potenciais. Validando a afirmação da presidente da Abeeólica, Elbia Gannoum, de que a geração de energia eólica na região Nordeste tem seu auge na produtividade de junho a novembro. E nesse período a média do fator de capacidade mensal está em torno de 60%, podendo exceder os 70%.⁷

3.2 Definição do Local de Instalação do Parque Eólico

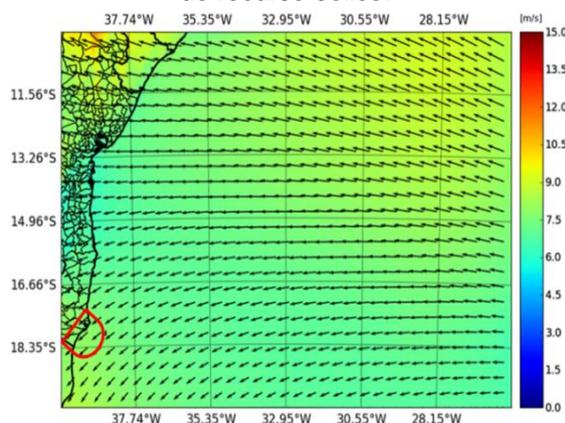
Adotando-se os critérios de velocidade do vento, profundidade da lâmina d’água e distância da costa, o presente estudo procurou identificar as áreas que dispõem de condições favoráveis para a geração de energia eólica *offshore*.

A Figura 2 mostra o campo de velocidade do vento *offshore*, considerando a junção das simulações dos anos de 2015 e 2016, e a demarcação do local escolhido para a instalação do parque eólico *offshore* na Bahia.

Os resultados mostram que as regiões mais afastadas do limite terrestre seriam os locais ideais para o desenvolvimento de parques eólico, principalmente, na faixa vertical leste à longitude de $35,35^\circ$. Trecho no qual o vento apresenta um perfil mais constante. Todavia, levando-se em consideração uma distância aceitável da faixa terrestre, percebe-se que a costa marítima do extremo sul do Estado (compreendida entre os municípios de Caravelas e Mucuri) exibiu um perfil favorável para o desenvolvimento da matriz eólica energética.

Já que, ao longo do ano, os ventos se apresentam com boa intensidade e constância próximos ao continente. Este fator também se torna relevante quando se pondera os custos relacionados ao projeto, como por exemplo: a distância para a conexão com as linhas de transmissão, o escoamento dos componentes até o local de instalação do parque e facilidade de acesso de mão-de-obra. Além disso, o local escolhido está situado sobre uma plataforma continental, indicando ser uma região com águas rasas.

Figura 2 – Campo de velocidade do vento *offshore* na Bahia considerando as séries resultantes das simulações dos anos de 2015 e 2016, e o local de melhor aproveitamento do recurso eólico.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, simulou-se o campo de velocidade do vento da região costeira da Bahia para os anos de 2015 e 2016, usando o modelo WRF, a fim de prospectar o potencial eólico *offshore* e o local de melhor aproveitamento do recurso para a instalação de um parque eólico na região de interesse.

A dinâmica da velocidade do vento observada ao extrapolar os dados de saída do WRF (considerando a altura requerida do aerogerador V-164 8 MW – 187 m), apresentou médias em torno de 7,0 m/s, resultando num potencial eólico instalado de 41,3 MW/ano e uma capacidade de produção de 362 GWh de energia eólica em um ano, aproximadamente, para um único aerogerador. No que diz respeito ao campo de velocidade do vento *offshore* da Bahia, as áreas mais afastadas da faixa terrestre apresentaram os melhores resultados. Entretanto, levando-se em consideração uma distância comercial da costa terrestre e as características requeridas do vento *offshore*, percebeu-se que a costa marítima do extremo sul do Estado exibiu um perfil favorável para o desenvolvimento da matriz eólica energética.

5. REFERÊNCIAS

¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **InfoVento**: Energia eólica os bons ventos do Brasil. 13. ed., São Paulo, out., 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/10/Infovento13pt.pdf>>.

² EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Roadmap – energia eólica marítima no Brasil**. Workshop EPE Energia Eólica Marítima, Rio de Janeiro, abril de 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/6-EPE_Road%20Map.pdf>.

³ SCHUBERT, Camargo. Atlas Eólico: Bahia. **Governo do Estado da Bahia**, 2013.

⁴ CARVALHO, D. *et al.* Offshore winds and wind energy production estimates derived from ASCAT, OSCAT, numerical weather prediction models and buoys—A comparative study for the Iberian Peninsula Atlantic coast. **Renewable energy**, v. 102, p. 433-444, 2017.

⁵ ULAZIA, Alain; SAENZ, Jon; IBARRA-BERASTEGUI, Gabriel. Sensitivity to the use of 3DVAR data assimilation in a mesoscale model for estimating offshore wind energy potential. A case study of the Iberian northern coastline. **Applied energy**, v. 180, p. 617-627, 2016.

⁶ SKAMAROCK, W. C., et al., 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. **National Center for Atmospheric Research/Boulder**, Colorado, USA.

⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Energia eólica já chega a abastecer 13% do Sistema Interligado Nacional**, 2018. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/noticias/energia-eolica-ja-chega-a-abastecer-13-do-sistema-interligado-nacional/>>.