

ANÁLISE DA ENERGIA CINÉTICA TURBULENTA DA ESTEIRA DE UM MODELO DE AEROGERADOR UTILIZANDO O SOFTWARE OPENFOAM

Danilo N. L. Junior¹, Luis F. Camponogara¹, Eduardo A. Porto¹, Felipe D. Costa¹
danilo.nogueira.lemes@gmail.com

¹Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA - Campus Alegrete)

RESUMEN

Há anos vários estudos vêm sendo desenvolvidos sobre os efeitos presentes na esteira turbulenta de um aerogerador. A qual possui como características o déficit de velocidade e aumento nos níveis de turbulência. O presente estudo tem como objetivo analisar a esteira de um modelo de aerogerador através do perfil adimensional da energia cinética turbulenta (turbulent kinetic energy - TKE), através do software OpenFoam. Os resultados obtidos mostram uma grande elevação de TKE no ponto mais próximo do aerogerador à jusante, obtendo valores menores e próximos um do outro nos locais mais afastados. Diante dos resultados pode-se observar que os efeitos de vórtice de ponta estão presentes e estão de acordo com a teoria presente na literatura.

ABSTRACT

For years, several studies have been carried out on the effects of a wind turbine. It has as characteristics the velocity deficit and increase in turbulence levels. The present study aims to analyze the wake of a wind turbine model through the dimensionless profile of turbulent kinetic energy, through the OpenFoam software. The results show a large increase of TKE at the point closest to the wind turbine in the wake, obtaining smaller values and close to one another in the farthest places. In view of the results it can be observed that the tip vortex effects are present and are in agreement with the theory present in the literature.

Palabras clave: turbina eólica horizontal; simulação numérica; energia cinética turbulenta; LES.

1) INTRODUÇÃO

Há anos os pesquisadores buscam por parques eólicos maiores e com maior eficiência. Complexas interações ocorrem entre os aerogeradores e com a camada limite atmosférica, tornando-se foco de vários estudos (Chamorro et al., 2011). O ar deforma-se ao passar pelas hélices do aerogerador, o que deriva em déficit de velocidade e, ainda, aumento nos níveis de turbulência devido aos vórtices gerados pelas pontas das hélices, sendo essa região denotada como esteira turbulenta. Essas características diminuem a produção de energia elétrica e aumenta as cargas de fadiga sobre as pás, respectivamente (Massouh and Dobrev, 2007).

Dada a necessidade de compreender melhor os efeitos presentes na região da esteira, esse trabalho tem como objetivo implementar um modelo de turbina eólica de eixo horizontal no software OpenFoam, para analisar os vórtices de ponta gerado pelas pás ao implementar uma malha dinâmica, observando o perfil da energia cinética turbulenta.

2) METODOLOGIA

O desenvolvimento da simulação numérica é auferida através do software livre OpenFoam. O solver implementado é o pimpleDyMFoam, adotando como modelo de turbulência a simulação de grandes vórtices (large eddy simulation - LES). A velocidade do escoamento adotada é 2,5 m/s, a qual é mantida por gradiente de pressão, e a rotação das pás é de 0,62 rad/s. As superfícies superior e inferior são adotadas com a condição de não escorregamento, e para as demais a condição cíclica.

3) RESULTADOS

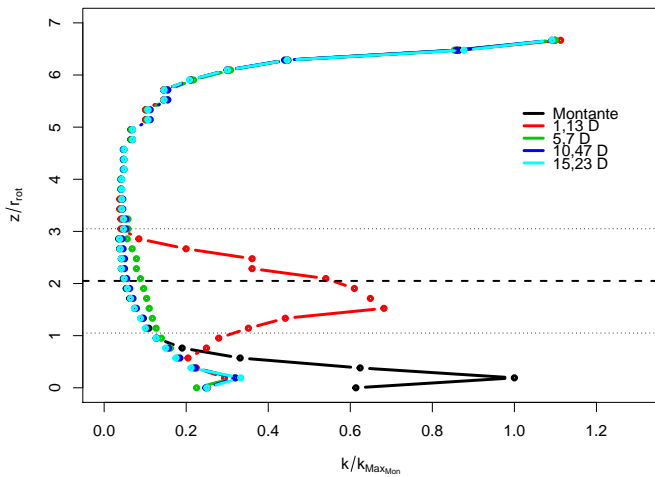


Figura 1: Perfil adimensional de TKE. A linha tracejada central representa a altura do rotor e as linhas tracejadas inferior e superior indicam o raio superior e inferior das pás do aerogerador.

Ao configurar o modelo para ajustar o passo de tempo, obtém-se boa convergência na simulação numérica. A partir da Figura 1, ao analisar os níveis próximos a superfície, observa-se um alto nível à montante, havendo decréscimo nos valores à jusante. Na medida que averigua-se o comportamento de TKE para níveis acima da superfície, na região abaixo do centro do rotor até a ponta inferior das hélices, há um pico de TKE à $z/r_{rot} = 1,13 D$, possuindo também valores elevados para a região do centro até a ponta superior das hélices. Já para os outros pontos à jusante, não percebe-se grande elevação em seus valores, onde para a distância de $z/r_{rot} = 5,7 D$ possui um valor ligeiramente maior quando comparado com os outros pontos mais afastados, os quais igualam-se estabilizando o mesmo valor.

4) CONCLUSÃO

Ao analisar o gráfico de TKE, percebe-se elevação nos níveis de flutuação da velocidade à jusante do modelo do aerogerador, demonstrando que os vórtices de ponta estão presentes. Ao averiguar que somente um dos pontos teve aumento significativo, futuramente deseja-se implementar mais pontos de análise e gradiente de temperatura, visando observar as características da esteira sobre estratificação e convecção.

REFERENCIAS

Chamorro, L. P., Arndt, R., and Sotiropoulos, F., 2011: Turbulent flow properties around a staggered wind farm. *Boundary-layer meteorology*, 141, 349–367.

Massouh, F., and Dobrev, I., 2007: Exploration of the vortex wake behind of wind turbine rotor. In: *Journal of Physics: Conference Series* (p. 012036). IOP Publishing (volume 75).