

# Análise Aerodinâmica de uma Turbina Savonius por Dinâmica Computacional

FRAGA, G.C.<sup>1</sup>, PETRY, A.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Guilherme Crivelli Fraga, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, guilhermecfraga@gmail.com

<sup>2</sup> Adriane Prisco Petry, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS adrianep@mecanica.ufrgs.br



ENG - Engenharias

## Introdução

A crescente preocupação em e as pressões legais com o intuito de reduzir impactos ambientais causados por atividades humanas têm incentivado a utilização de fontes de energia limpa. A energia eólica está inserida nesse contexto, sendo uma das mais promissoras fontes de energia principalmente por seu caráter renovável e amplo espectro de aplicação geográfica. Os recursos eólicos podem ser empregados em substituição de combustíveis fósseis, auxiliando na redução do efeito estufa, uma vez que a produção de energia eólica não rejeita dióxido de carbono. A turbina Savonius, em particular, é um dispositivo eólico pouco convencional, versátil e de baixo custo, que pode ser empregado na geração descentralizada de energia tanto em regiões rurais quanto em regiões urbanas.

## Objetivos

1. Avaliar a eficiência de uma configuração alternativa de turbina Savonius, através da obtenção das curvas dos coeficientes de torque e de potência, utilizando o método numérico dos volumes finitos disponível no software ANSYS Fluent.
2. Comparar as curvas dos coeficientes de torque e de potência obtidas com resultados encontrados na literatura técnica.

## Metodologia

O rotor em estudo foi modelado no software SolidWorks. Sua geometria e dimensões (em metros) são dadas na Fig. (1a). A torre sobre a qual ele seria fixado também foi modelada, sendo mostrada na Fig. (1b).

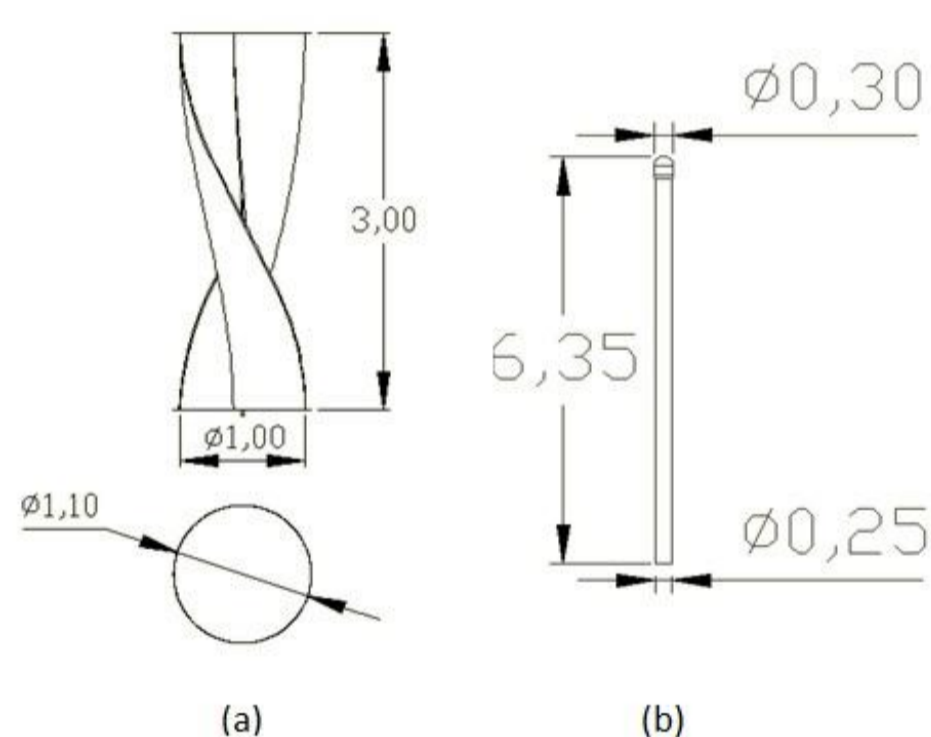


Figura 1. Geometria e dimensões, em metros, do rotor e da torre de fixação.

O tamanho do domínio de cálculo foi definido de forma que suas extremidades não afetassem o escoamento ao redor do rotor, pois a simulação deveria representar uma turbina em um espaço aberto. Escolheu-se um domínio retangular com dimensões de 40 m x 20 m x 20 m (nas direções x, y e z, respectivamente), sendo o escoamento do ar na direção x. Dentro do domínio de cálculo, uma região cilíndrica envolvendo o rotor com condição de malha deslizante (*sliding mesh*) foi criada, tendo um diâmetro de 1,3 m e altura de 3,18 m. Na entrada do domínio, uma velocidade para o escoamento do ar (velocidade do vento) foi prescrita, de modo a obter um número de Reynolds aproximado de 274.000 nas simulações; na saída deste, uma condição de pressão igual à pressão atmosférica foi considerada. Os lados e o topo do domínio foram considerados como planos de simetria, enquanto que na parte inferior foi imposta uma condição de não deslizamento, assim como na torre e no rotor. Como condição de contorno para o cálculo dos efeitos da turbulência, usou-se o comprimento característico e a intensidade de turbulência. A rotação da turbina foi dada como a velocidade angular da região de malha deslizante. Para a discretização temporal, adotou-se um passo de tempo de 0,0001 s.

Com o propósito da discretização do domínio de cálculo, malhas não estruturadas foram construídas, empregando para isso o software ANSYS ICEM CFD. Todas as malhas consistiam de duas partes: uma fixa e outra deslizante, sendo esta localizada na região circundada por uma condição de interface. Escolheram-se elementos tetraédricos para a composição da maior parte da malha; nas regiões

próximas ao rotor, à torre e à base do domínio foram empregadas camadas de prismas, de maneira a melhor definir a camada limite.

## Resultados

Foram processados casos com diferentes parâmetros de entrada. A Tabela (1) mostra parâmetros relevantes dos casos avaliados e os resultados obtidos. O caso *a* tem suas condições mais próximas da realidade, enquanto que os casos *b* e *c* foram escolhidos por permitirem um menor tempo de processamento. Para o caso *c*, adotou-se uma razão de velocidade de ponta unitária, de modo que o coeficiente de potência obtido é igual ao de torque. A Figura (2) mostra a curva do coeficiente de potência para este caso.

O coeficiente de torque estático do caso *a* foi bastante similar ao valor encontrado por Le Gourières (1980). No entanto, ficou bem acima do encontrado por Akwa (2010), que realizou um estudo numérico bidimensional. Embora tenham sido desconsiderados os efeitos da turbulência, o coeficiente de potência do caso *c* concordou com diversos outros estudos, experimentais e numéricos, tanto em seu valor médio como em seu comportamento em função do tempo de simulação.

Tabela 1. Parâmetros importantes dos casos submetidos e resultados encontrados.

Caso	Nº de elementos da malha	Giro do rotor	Modelo de turbulência	Coefficiente de torque
<i>a</i>	4161054	Estático	k- $\omega$ SST	0,352884
<i>b</i>	4128083	Estático	Sem modelo	0,290916
<i>c</i>	4128083	8 rad/s	Sem modelo	0,181502

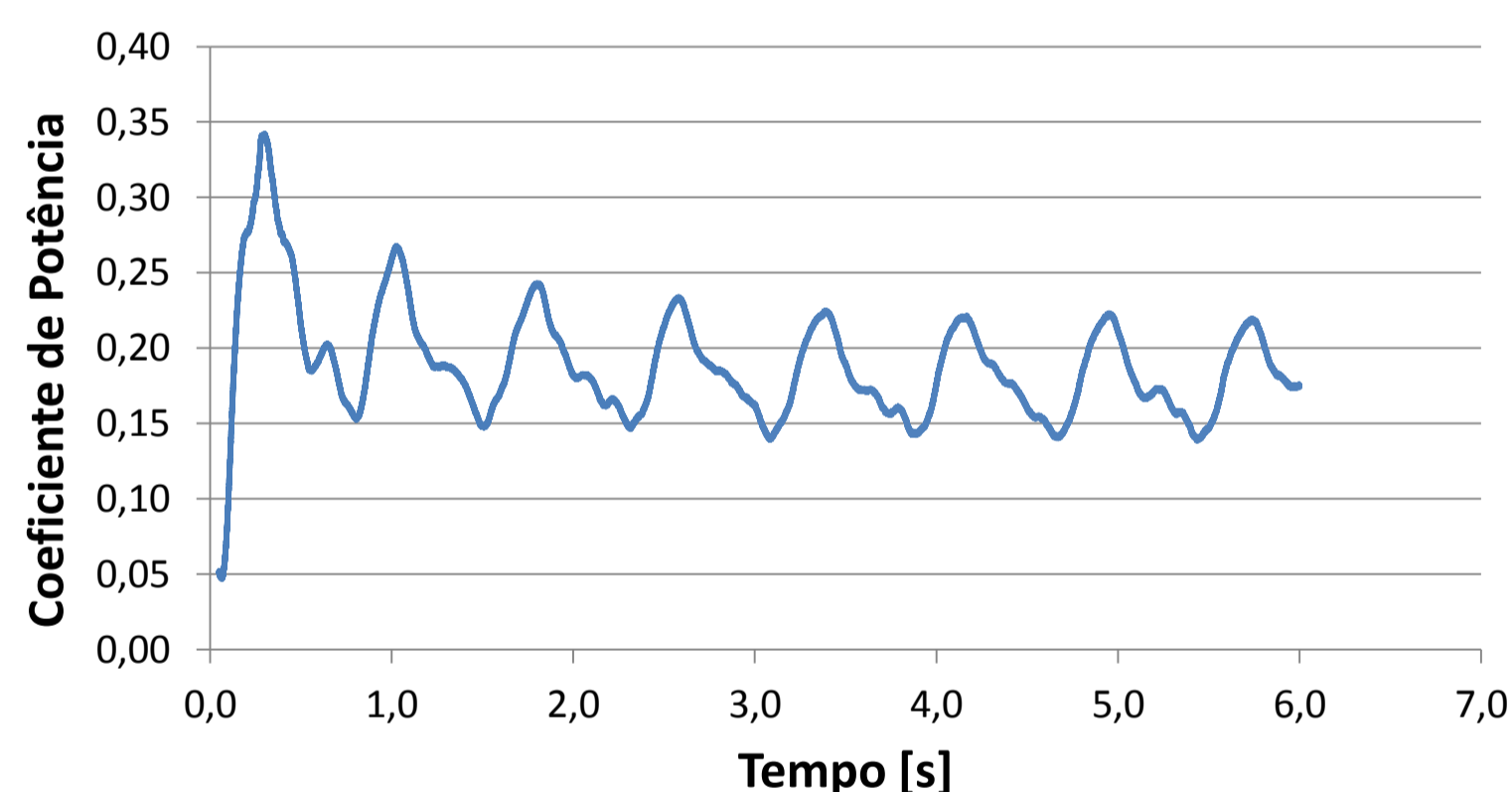


Figura 2. Coeficiente de potência obtido para o caso *c*.

## Conclusões

O cálculo numérico transiente de simulações tridimensionais mostrou-se muito longo, de modo que não foi possível processar todos os casos que haviam sido planejados no início do trabalho e foi necessária a adoção de simplificações nos seus parâmetros. No entanto, os resultados encontrados mostraram boa concordância com a literatura técnica. Como sugestão para um trabalho futuro, dever-se-ia dar continuidade às simulações aqui efetuadas, empregando parâmetros mais próximos à realidade.

## Referências

- Akwa, J. V., 2010, "Análise Aerodinâmica de Turbinas Eólicas Savonius Empregando Dinâmica dos Fluidos Computacional", Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 128 p.
- Le Gourières, D., 1980, "Enregie Éolienne", Paris, Eyrolles, 267 p.



MODALIDADE DE BOLSA

