



DESENVOLVIMENTO DE TURBINA EÓLICA DE EIXO HORIZONTAL.

Arthur Sawassato Cabral (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Júlio César Dainezi de Oliveira (Orientador), e-mail: jcdoliveira@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharia Mecânica – Fenômenos do transporte.

Palavras-chave: pá, energia, eólica

Resumo:

A busca por energia renovável é cada vez maior, e a energia eólica está entre uma das fontes mais limpas desse tipo de energia. Porém essa é utilizada mais amplamente em áreas rurais, longe de grandes centros. Com o intuito de avaliar a viabilidade de aplicação dessa energia em áreas urbanas, foram analisados estudos de caso e realizadas simulações com auxílio do software QBlade para obtenção de resultados que posteriormente foram analisados. As pás analisadas foram as NACA 0012, 4412 e 4418 e outras duas não padronizadas em turbinas de eixo horizontal.

Introdução

Turbinas Eólicas, ou Aero geradores, são máquinas que retiram a energia cinética do vento e a transformam em energia mecânica. Estas máquinas usualmente são utilizadas para a geração de energia elétrica através de acoplamento com geradores. As turbinas eólicas podem ser classificadas quanto à sua forma construtiva: turbinas eólicas de eixo horizontal (TEEH); e turbinas eólicas de eixo vertical (TEEV), ou ainda quanto à sua potência nominal: pequeno porte (até 50kW de potência); médio porte (potência de 50 a 1000kW); e grande porte (acima de 1MW de potência).

Os aerogeradores possuem três componentes básicos, o rotor com as pás, a gôndola (ou nacele) e a torre. Na gôndola ficam os principais componentes tais como o gerador elétrico, caixa multiplicadora de velocidades, eixos, mancais, sistema de freios sistema de controle e mecanismos de giro da turbina. O rotor apresenta geralmente, um conjunto de três pás, podendo ter controle passivo ou ativo das mesmas para operar numa determinada





rotação. Na maioria das máquinas o eixo que transmite o torque das pás apresenta uma velocidade de rotação baixa sendo necessário aumentar a rotação utilizando um multiplicador de velocidades de engrenagens. Após o multiplicador é conectado ao gerador elétrico que transforma a energia mecânica em elétrica.

Este projeto tem por objetivo dimensionar uma turbina eólica que seja aplicável ao contexto da cidade de Maringá, avaliando sua viabilidade energética de forma a gerar energia limpa e renovável com alto custo-benefício. Para esse dimensionamento objetiva-se criar um perfil aerodinâmico para as pás, diferente dos perfis NACA, que seja capaz de alcançar bons rendimentos e resistir aos esforços aplicados.

Materiais e métodos

O software utilizado (QBLADE)

Escolheu-se, para o desenvolvimento da turbina, o software QBLADE. Um software baseado no método Blade Element Momentum (BEM) que é usado para prever a eficiência da turbina eólica de eixo horizontal (TEEH) na indústria de negócios.

Segundo Marten (2013, p.6), a principal vantagem do modelo BEM comparado ao CFD é que ele é economicamente mais eficiente e o tempo computacional é significativamente menor. O cálculo da performance de uma turbina eólica, operando em um campo de vento flutuante, complica a aplicação do método BEM, que assume um estado estável de campo de vento. O modelo BEM, que é de fato um método bidimensional extrapolado para três dimensões, aplica correções semi-empíricas, derivadas de correlações com medições ou computações completas de CFD, para considerar os efeitos para três dimensões.

No QBLADE pôde-se desenvolver perfis de pás não padronizados para análise. Na Figura 1, pode-se observar estes perfis.

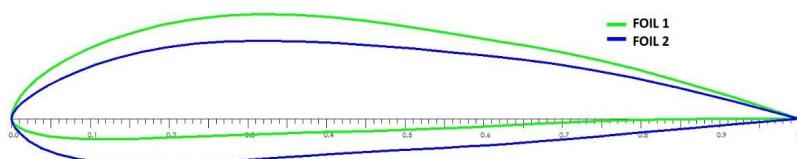


Figura 1 - Perfis não padronizados FOIL 1 e FOIL 2 definidos no software QBlade.





Teoria do Momento de Elemento de Pá (BEM)

A teoria BEM baseia-se na força de um elemento de pá é a única responsável pela mudança de quantidade de movimento axial do ar que passa pelo anel percorrido pelo elemento. Portanto, assume-se que não há interação radial entre os escoamentos de elementos diferentes, uma condição que só é verdadeira se o fator de interferência axial não variar radialmente.

Resultados e Discussão

Primeiramente, foram realizados estudos para os perfis de pá NACA 0012, 4412 e 4418 e posteriormente para os perfis não padronizados. Observa-se na Figura 2(a) que os melhores resultados foram obtidos para os perfis NACA 4412 e 4418, ao se avaliar o coeficiente de sustentação (C_l) em função de determinado ângulo de ataque (α).

Na Figura 2(b), ao se avaliar a relação entre o coeficiente de sustentação e arrasto por determinado ângulo de ataque verifica-se que o perfil NACA 4412 e o perfil não padronizado 1 (FOIL 1) apresentaram melhor relação, como visamos maior sustentação e menor arrasto, isso significa melhor desempenho das pás.

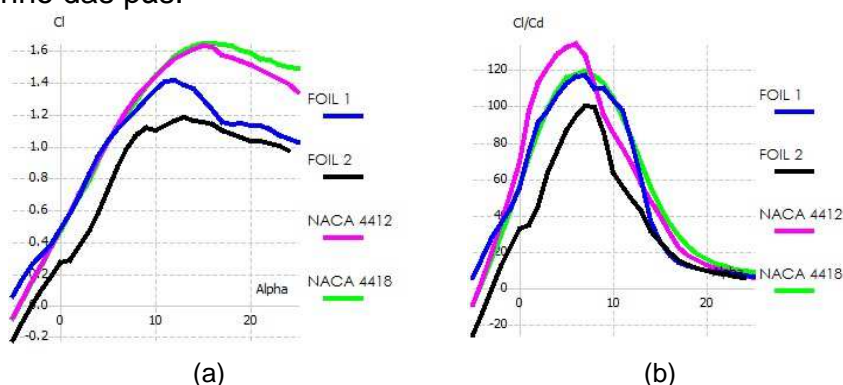


Figura 2 - (a) Gráfico de C_l por ângulo de ataque; (b) gráfico de C_l/C_d por ângulo de ataque para os quatro perfis.

Como para áreas urbanas tem-se ventos em baixas velocidades é importante avaliar a relação potência e velocidade do vento, que se faz por meio dos coeficientes de potência (C_p) e de taxa de velocidade máxima





(TSR). Na Figura 3, observa-se que os perfis que apresentam melhor resultado são o NACA 4412 e 4418 e o não padronizado 1, o que significa maior potência para uma determinada velocidade. Como a taxa de velocidade máxima é inversamente proporcional a velocidade de escoamento do vento, tem-se que o perfil NACA 4412 apresenta melhor coeficiente de potência para altas taxas de velocidade máxima, o que significa maior potência para velocidades de escoamento do vento mais baixas.

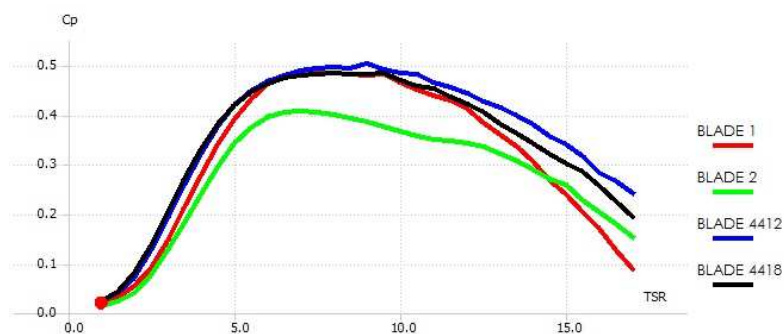


Figura 3 - Gráfico de Cp por TSR para os quatro perfis.

Conclusões

Dessa forma, conclui-se que os resultados obtidos para os perfis não padronizados não foram satisfatórios, uma vez que o desempenho não foi superior aos perfis NACA. Assim, seriam necessários novos estudos com novos perfis ou com turbina de eixo vertical, visando melhor desempenho em área urbana.

Agradecimentos

Ao meu orientador, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube. Aos meus pais, pelo incentivo e apoio. E a todos que direta ou indiretamente, fizeram parte desse trabalho, o meu muito obrigado.

Referências

MARTEN, D.; WENDLER J. **QBlade Guidelines**, v0.6, 2013.

