

Análise Estrutural com Cargas Estáticas em Pá de Aerogerador para Diferentes Configurações

Cármem Elis Birk Heckler (Autora); Dra. Adriane Prisco Petry (Orientadora).

INTRODUÇÃO

Este trabalho avalia através de modelagem e simulação via método dos elementos finitos com auxílio do software *Ansys-Mechanical*, diferentes estruturas, configurações e materiais de pás de uma turbina de um micro gerador de energia eólica de 1kW. Para tal análise, observa-se o comportamento da estrutura, tratando as cargas que nela atuam como cargas estáticas. A partir deste trabalho pode-se avaliar os deslocamentos, deformação, modos de vibração e solicitações na estrutura. A metodologia utilizada para modelagem e simulação estrutural é baseada no trabalho de Furtado e Dias, "Protótipo de Aero gerador de 1kW" (FURG,2007).

O micro gerador possui 5 pás, e diâmetro externo de 1,5m. Construiu-se inicialmente um protótipo de escala reduzida, impresso em 3D, de diâmetro 0,5m, com comprimento da pá de 225mm. As simulações são inicialmente realizadas para este tamanho de pá.

METODOLOGIA

As cargas são consideradas estáticas, analisadas na pior situação possível, em que as cargas máximas geradas pelo vento, se somam com as cargas máximas do peso da estrutura. As forças consideradas foram: força de arrasto, força de sustentação (consideradas iguais a fim de comparar configurações), força peso, força centrífuga e momento aerodinâmico.

A modelagem é feita a partir do desenho em peça de *SolidWorks*, e exportada para o *AnsysMechanical-Apdl*, onde é definido o tipo de malha e de material, e são colocadas as cargas e engastes. O elemento utilizado foi o elemento de casca elástica *Shell63*, elemento bidimensional que atua como casca e viga, ou seja, é uma casca que suporta momento. Cada um de seus nós possui seis graus de liberdade, translação nos eixos x, y e z e rotação em torno dos eixos x, y e z.

Devido à necessidade de projetar a pá com materiais de boa resistência mecânica e baixo peso, foram testadas diferentes configurações de pá, com diferentes espessuras e materiais, a fim de se identificar qual é a melhor combinação para o projeto. Até o presente momento, foram testadas duas configurações – modelo com dois reforços verticais e dois reforços horizontais, e modelo com haste central –, com duas combinações de materiais – uma combinação de aço, fibra de vidro e fibra de carbono, e por último uma pá feita somente de PLA (poliácido láctico – material de impressoras 3D). As configurações também foram testadas para duas espessuras de materiais – 1 e 2 mm. A configuração com haste central, ao invés de reforços horizontais e verticais, feita de aço e fibra de vidro, ainda não foi bem sucedida pois não se obteve convergência de malha para esta configuração.

RESULTADOS PARCIAIS

A configuração de pá usada, a malha gerada, em conjunto com as cargas aplicadas podem ser vistas na figura abaixo:

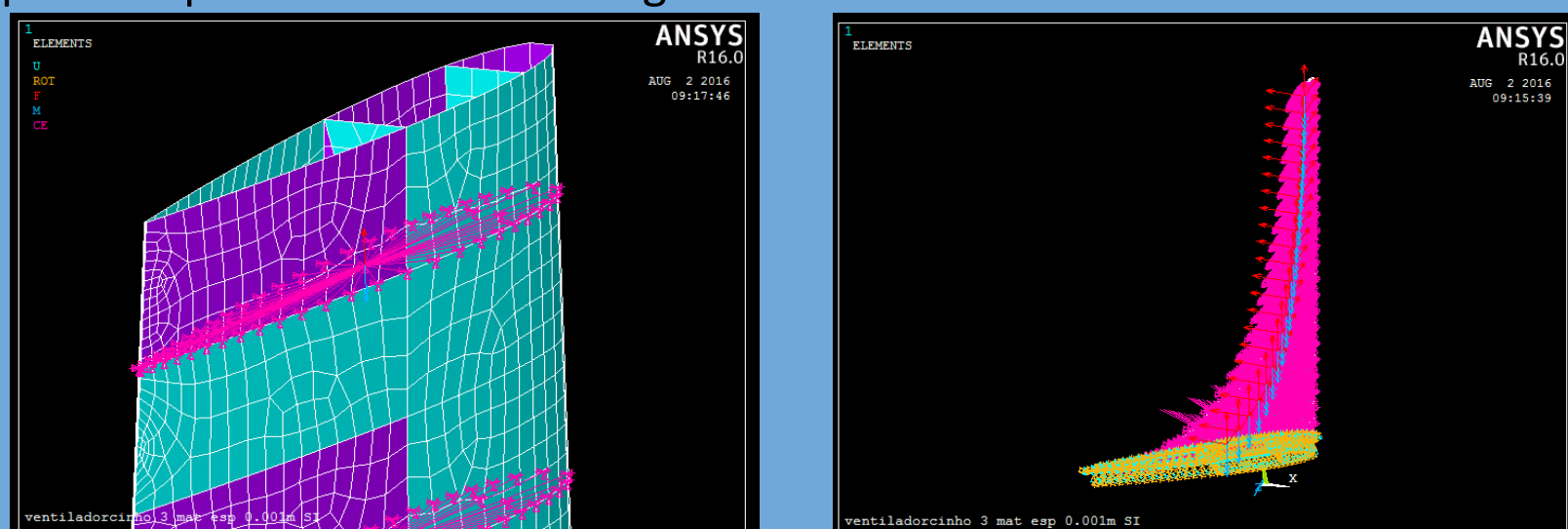


Figura 1: Cargas aplicadas na pá; Figura 2: Vista de detalhe da malha gerada.

Após confirmar a convergência de malha e que os resultados procedem, obteve-se que a pá composta por fibra de vidro, fibra de carbono e aço, todos os materiais com espessura 1mm, apresentou solicitação máxima de 29 Mpa, no reforço horizontal de fibra de carbono. No reforço vertical de aço, os esforços máximos giram em torno de 7.5Mpa, o que é satisfatório, visto que não ultrapassa a tensão de escoamento de nenhum dos materiais. Essas tensões são as tensões máximas desconsiderando o ponto de concentração de tensão, que são picos de tensões muito próximos do engaste e em áreas muito pequenas. Com esta configuração de material, houve deslocamento relativo de 0.14mm. Também realizou-se a análise dos elementos separadamente, a fim de verificar se eles isolados romperiam, o que não aconteceu.

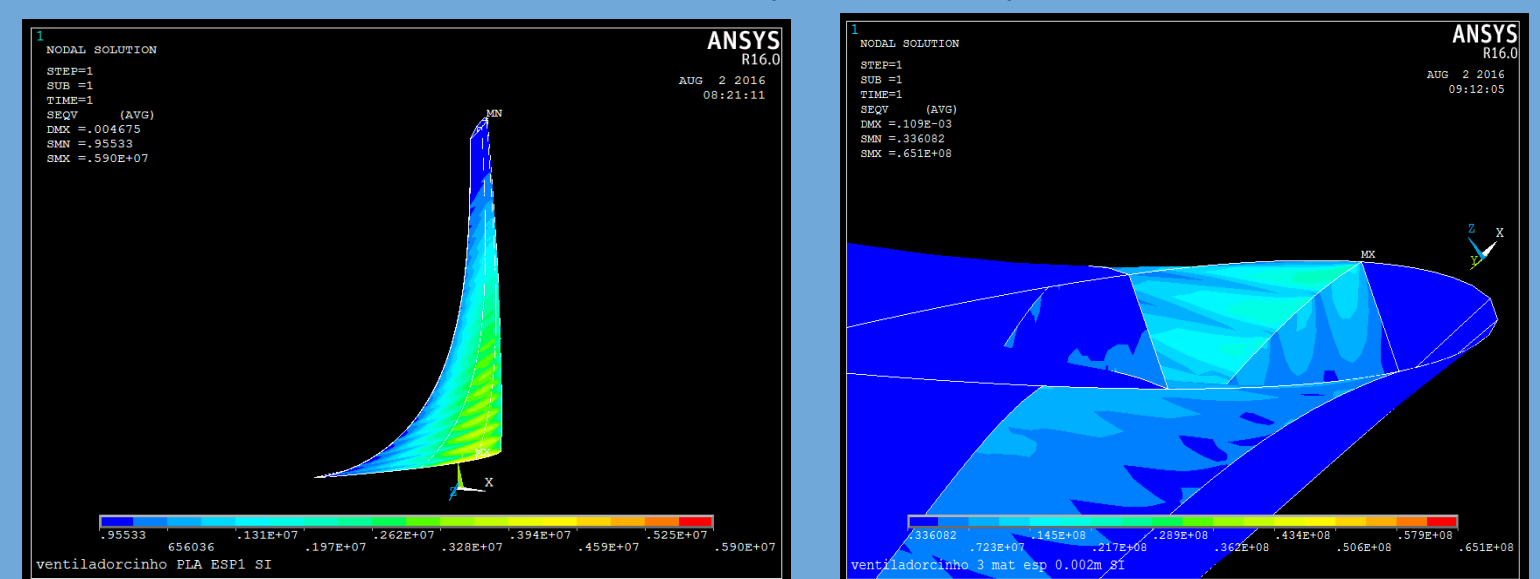


Figura 3: Perfil de solicitações na pá; Figura 4: Detalhe das solicitações no reforço vertical interno.

O PLA apresentou solicitações máximas em torno de 3.5Mpa. Resultados satisfatórios, visto que a tensão de escoamento do PLA é de 21Mpa. A deformação máxima da pá neste caso foi de 4.5mm, resultado consideravelmente grande. Neste caso, a turbina foi efetivamente montada e testada em túnel de vento, para fins de comparação e avaliar o comportamento em serviço. A pá não apresentou falha, confirmando os resultados da análise numérica. Embora a configuração interna da pá impressa tenha sido ligeiramente diferente, pois a estrutura interna era em hexágonos, o peso final avaliado era bem próximo, e os resultados podem ser considerados equivalentes.

Testou-se ainda uma nova configuração interna com um só reforço interno na forma de haste cilíndrica central, passando no centro de massa, porém até o presente momento não conseguiu-se convergir a malha.

CONCLUSÃO

Verificou-se que para as configurações analisadas e para o tamanho de pá analisados, não ocorre falha de material da pá. Futuros trabalhos englobam verificar se para uma escala real, as configurações analisadas são possíveis também, testar outros perfis de pá e outras combinações de materiais que possam gerar um maior rendimento mecânico, aliado a menor peso possível da estrutura, comparar os resultados estáticos com os obtidos nas simulações dinâmicas e que envolvem interação fluido-estrutura, e ainda realizar a análise modal das configurações, a fim de analisar as frequências naturais e possíveis falhas por fadiga.

BIBLIOGRAFIA

- VERDUM, Valdirene. Projeto de aerogerador com segurança inerente para aplicação urbana. Porto Alegre, 2013.
- DIAS, Gustavo; FURTADO, Diego. Protótipo de Aerogerador de 1KW. Rio Grande, 2007.
- ANSYS Inc. 2016, Theory Guide.

*Agradeço ao CNPq pela oportunidade e pela bolsa e à professora Adriane pela orientação.

*Um agradecimento especial ao professor Ignácio Iturrioz pela assistência prestada.