

Análise dos esforços mecânicos de um aeromodelo através do inventor 3D

Alexandre Alvarenga Palmeira^{1,2}; [0000-0002-9271-8858](tel:0000-0002-9271-8858)

Izabel de Oliveira da Mota²; [0000-0001-6276-5381](tel:0000-0001-6276-5381)

Carlos Roberto Xavier²; [0000-0003-0801-5154](tel:0000-0003-0801-5154)

Davi Irlanda²; [0000-0001-9338-8806](tel:0000-0001-9338-8806)

Caio dos Santos Fernandes da Costa²; [0000-0002-0497-4019](tel:0000-0002-0497-4019)

Cynthia Eduardo Vianna²; [0000-0001-9387-7941](tel:0000-0001-9387-7941)

Fábio Lacerda da Silva²; [0000-0003-1857-7927](tel:0000-0003-1857-7927)

1 – UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Tecnologia, Resende, RJ

2 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ

alex.a.palmeira@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estudar, através do AUTODESK INVENTOR 3D, a resistência de uma asa de aeromodelo constituída de compósito de base polimérica reforçado com fibras de bananeira, comparando-o com dados experimentais, para se caracterizar sua resistência a flexão. O trabalho seguiu as seguintes etapas: Criação do modelo CAD da asa; Definição das propriedades do material; Criação da malha e especificação do elemento; Definição das cargas e das condições de restrição; Resolução; e por fim verificação dos resultados obtidos (Distribuição de tensão - von Mises, Distribuição de Deformação e Número de Ciclos). A fim de simular a movimentação da asa e os “ranges” de movimento linear, com o objetivo de se verificar os esforços ao qual a asa estava sendo exposta com tal deslocamento, e encontrar as forças de reação presentes na asa para os deslocamentos efetuados. Através de simulações utilizando o AUTODESK INVENTOR 3D, efetuando um deslocamento de 15,18 mm para cima que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação RA (760 N) e um deslocamento de 24,77 mm para baixo que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação RB (1235 N), gerando assim respectivamente uma tensão máxima de von Mises de 33,72 MPa e 55,4 MPa, ambas no trecho central da asa, ocasionado pela flexão da asa. E função dos deslocamentos e forças, mesmo sendo assimétricos, o valor da constante elástica do compósito é de 50 kN/m.

Palavras-chave: Simulação. Asa Aeromodelo, Inventor 3D, Compósito.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

INTRODUÇÃO

Segundo ALVES FILHO (2018), a necessidade de redução do tempo e dos custos de geração de um projeto faz com que a indústria mundial utilize métodos de simulação numérica, TECNOLOGIA CAE (Engenharia Assistida por Computador), para o desenvolvimento de seus produtos. O desenvolvimento de computadores com altas velocidades de processamento tem tornado possível a simulação de vários processos e projetos, tal revolução se mostra cada vez mais presente com o advento da Indústria 4.0 (ANDERL, 2015).

Segundo MOTA (2010), as fibras vegetais quando comparadas às fibras artificiais, apresentam vantagens ecológicas sendo biodegradáveis, renováveis, isto é, quando são compostadas ou incineradas liberam a mesma quantidade de dióxido de carbono consumida durante seu desenvolvimento. Estas fibras apresentam vantagens mecânicas sendo mais leves e resistentes que muitas fibras e econômicas pois são mais baratas, considerando que sua produção requer pouca energia. Suas propriedades são próximas às das fibras sintéticas no que se refere à leveza e resistência a tração, aliada a redução de custos.

Segundo DEMARCHI (2010), as fibras de banana têm sido utilizadas no reforço de alguns materiais compósitos, incluindo resinas como o epóxi. Uma resina epóxi ou poliepóxi é um plástico termofixo que endurece quando se mistura com um agente catalisador ou "endurecedor". As resinas epóxi apresentam uma excelente resistência química, têm uma ótima resistência anticorrosiva e a abrasão, são produtos de uma reação entre epicloridrina e bisfenol-a. Existem ainda as resinas a base de bisfenol F e resinas epóxi Novolac.

Os compósitos podem ser classificados em compósitos carregados com partículas, também chamados de compósitos particulados. Compósitos carregados com fibras descontínuas, sendo que essas fibras podem ser unidirecionais ou dispostas aleatoriamente e compósito carregados com fibras contínuas que também podem ser fibras contínuas unidirecionais, bidirecionais ou multidirecionais (FRANCO, 2015).

As fibras são capazes de aumentar a resistência mecânica do compósito através da transferência de tensão entre fibra e matriz, sendo geralmente empregadas como

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

reforço em matrizes poliméricas. O autor disserta que estudos indicam que as fibras naturais possuem a capacidade funcional de substituir as fibras sintéticas em compósitos. Porém os compósitos reforçados com fibras em sua fase estrutural apresentam a combinação de um material isotrópico e materiais compósitos resultando em uma estrutura que apresenta um balanço interessante de resistência mecânica (CAMPBELL, 2020).

O MEF é aplicável a uma gama de áreas existentes da engenharia, como problemas estruturais, eletromagnéticos ou térmicos, o foco será nas análises feitas em estruturas. A análise basicamente nos concede resultados essenciais para entendimento e identificação de durabilidade dos componentes, os pontos onde a tensão estará em maior concentração (quando forem submetidas a carregamentos), entender o comportamento estrutural, otimização de peças, componentes e equipamentos complexos, antes mesmo da fabricação dos mesmos (BRITO, 2020).

Segundo HERCOS (2015), o AUTODESK INVENTOR 3D incorpora o MEF, sendo este software desenvolvido pela Software Autodesk. Este programa é utilizado no desenvolvimento protótipos virtuais tridimensionais, sendo. Os modelos 3D gerados pelo AUTODESK INVENTOR além de funcionais, o software também apresenta resultados de distribuição de tensão e/ou deformação, entre outros.

O objetivo deste trabalho foi estudar, através do AUTODESK INVENTOR 3D, a resistência de uma asa de aeromodelo constituída de compósito de base polimérica reforçado com fibras de bananeira, comparando-o com dados experimentais, avaliando esforços a que são submetidas a asa, para se caracterizar sua resistência a flexão.

MÉTODOS

Um layout foi proposto considerando os parâmetros dimensionais do aeromodelo convencional, inicialmente somente a asa do aeromodelo, foi simulada, de forma a considerar diferentes parâmetros de oscilação da mesma de forma a se avaliar altura máxima de deflexão. Sendo assim foi criado um modelo utilizando o AUTOCAD, e em seguida utilizado o 3D INVENTOR, foi definida as propriedades do material, feita

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

a criação da malha de modelos de elementos finitos, para a definição das cargas e das condições de restrição e posterior Processamento e Pós-processamento do modelo, ou seja, foram seguidas as seguintes etapas:

1. Criação e obtenção do modelo CAD do sistema que será submetido a análise;
2. Definição das propriedades do material, conforme estudado por CAMPBELL (2020), sendo a asa composta por fibras longas (resistência a tração 54,25 MPa e 97,50 MPa para flexão);
3. Criação da malha de modelos de elementos finitos;
4. Definição das cargas e das condições de restrição;
5. Resolução da análise.

De forma a se avaliar o comportamento da asa, as características do compósito foram acrescentadas no banco de dados de materiais do software, a fim de possibilitar a maior proximidade possível das análises computacionais na asa. Como partida inicial da criação do material foi utilizada a “Tábua de fibra orientada”, conforme é apresentado na figura 1.

Figura 1. Asa modelada com representação realística com o material de compósito de fibra de bananeira.



Fonte: Próprios Autores (2021)

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Como o material proposto da asa é um compósito de fibra de bananeira a 30%, foi identificado dentro do software de modelagem algum material mais próximo possível para o início do estudo. Ressalta-se que, foram realizadas otimizações no range de oscilação do dispositivo que simulava a subida e descida do meio da asa do aeromodelo, assim como da frequência da oscilação, de forma a melhor parametrizar e os resultados que estavam sendo gerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

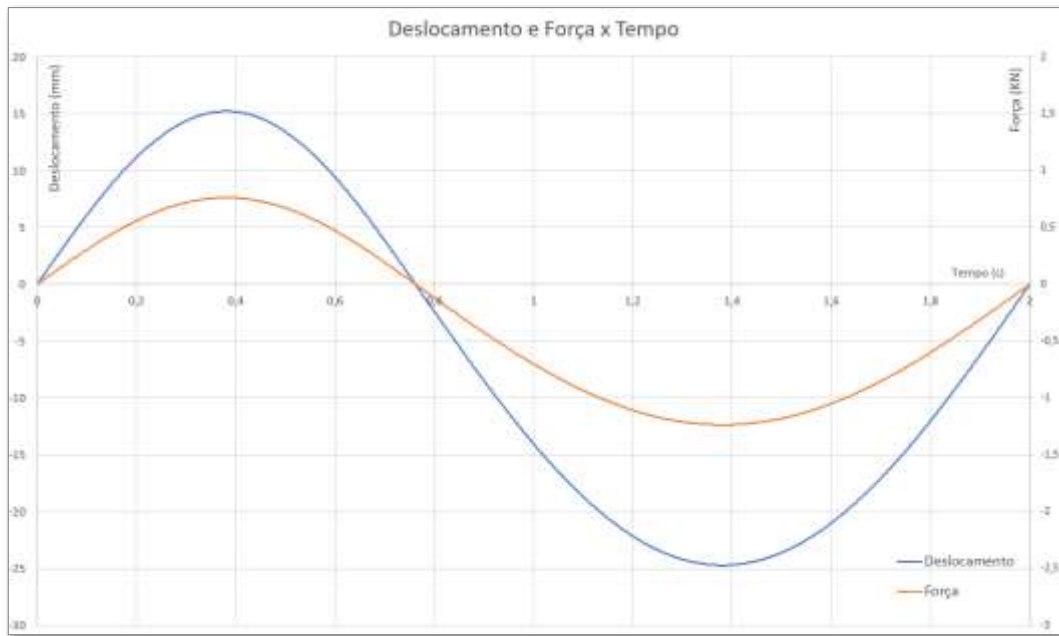
Após todos os dimensionamentos, ajustes e testes, foi possível a realização dos estudos de simulação dinâmica a fim de se obter os “ranges” de movimento linear, assim como, a simulação estática utilizando tais testes, com o objetivo de se verificar os esforços ao qual a asa estava sendo exposta com tal deslocamento verificado. Com a captura das informações de ambas as simulações (dinâmicas e estáticas), foi possível realizar um “cruzamento” dos dados e encontrar as forças de reação presentes na asa para os deslocamentos efetuados. Efetuando um deslocamento de 15,18 mm para cima que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação RA e um deslocamento de 24,77 mm para baixo que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação RB. O “cruzamento” dos dados possibilitou a criação de um gráfico (figura 2), a fim de se encontrar as forças presentes em RA (760N ↑) e RB (1.235 N ↓).

Conforme a força de 760 N, a mesma foi aplicada para promover um deslocamento de 15,18 mm e a tensão de von Mises gerada foi de 33,72 Mpa no trecho central da asa com uma flexão para cima. Conforme a força de 1235 N, a mesma foi aplicada para promover um deslocamento de 24,77 mm e a tensão de von Mises gerada foi de 55,4 Mpa no trecho central da asa com uma flexão para baixo, conforme pode ser visualizado na figura 3. Em ambos os casos, ficando abaixo dos valores máximos de resistência a flexão encontrados por CAMPBELL (2021), foi de 97,50 MPa para flexão de fibras longas.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

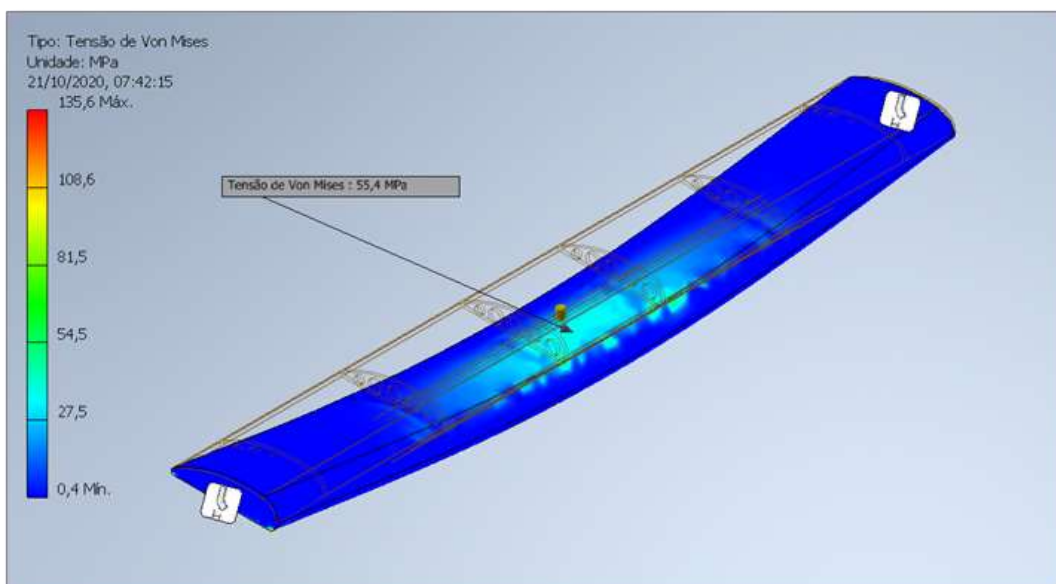
1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Figura 2. Gráfico de "cruzamento" do deslocamento e força de reação ao longo do tempo.



Fonte: Próprios Autores (2021)

Figura 3. Estudo de Tensão de von Mises no trecho central para uma força de 1235N e deslocamento de 24,77mm.



Fonte: Próprios Autores (2021)

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Com as informações encontradas nos estudos, foi realizado um cruzamento dos dados de força e deslocamento para ambos os lados a fim de se obter a constante elástica do material da asa. Uma vez que ocorre um deslocamento assimétrico, assim como, forças assimétricas atuando, é possível a verificação de ambas as equações para a localização de k (constante elástica do material), sendo esta aproximadamente 50 kN/m

CONCLUSÕES

Através de simulações utilizando o AUTODESK INVENTOR 3D, efetuando um deslocamento de 15,18 mm para cima que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação R_A (760 N) e um deslocamento de 24,77 mm para baixo que flexionou a asa no mesmo sentido e provocou uma força de reação R_B (1235 N), gerando assim respectivamente uma tensão máxima de von Mises de 33,72 MPa e 55,4 MPa, ambas no trecho central da asa, ocasionado pela flexão da asa. E função dos deslocamentos e forças, mesmo sendo assimétricos, o valor da constante elástica do compósito é de 50 kN/m.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, A., **Elementos Finitos – A base da tecnologia CAE**, Editora: Érica; 6ª edição, 2018
- ANDERL, Reiner. **Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation**. Automatisierungstechnik, p. 1-2, 2015.
- BRITO DINIZ, J. F. et al. **Vegetable Fiber Drying: Theory, Advanced Modeling and Application**. p. 31–60, 2020.
- CAMPBELL, C. H. **Desenvolvimento e Caracterização de Compósito com Fibra de Bananeira para Aplicação em Aeromodelos**. 2020. 144 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2020.
- DEMARCHI, C.A. **Aplicabilidade de placas de fibra de bananeira: produção caracterização, e absorção sonora**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em



Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

FRANCO, P. J. H.; GONZALEZ, A. V. **Composities**. Part A, 2004 339p. International Journal of Polymer Science, v. 2015, p. 1–16, 2015.

MOTA, R. C. A. **Análise de viabilidade Técnica de Utilização da Fibra de Bananeira com resina sintética em Compósitos**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

NERY, T. B. R.; JOSÉ, N. M. **Estudo das Fibras de Bananeira Pré-tratadas e in natura como Possível Matéria-prima para Reforço em Compósitos Poliméricos** Rev. Virtual Quim., 2018, 10 (2), no prelo. Data de publicação na Web: 2 de abril de 2018

HERCOS, Luiz Ricardo Prieto. **Projeto estrutural e parametrização de uma comporta deslizante utilizando o software inventor**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.