

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM AVIÃO EM ESCALA COM VTOL

João Vitor Rodrigues de Souza¹; Marcus Felipe Calori Jorgetto¹

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul. - Três lagoas. MS

joao.souza24@estudante.ifms.edu.br, marcus.jorgetto@ifms.edu.br

Resumo

Este projeto de pesquisa propõe o projeto inicial de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) em escala com a capacidade de executar voos, decolagens e pousos, para diferentes situações, na forma vertical e planada (VTOL). A presente pesquisa visa validar o uso desse tipo de aeronave com um projeto inicial de menor complexidade, através de estudos realizados com a bibliografia existente, combinado a simulações das características da aeronave e das condições que esta estará sujeita através de software de CFD. Inicialmente serão selecionados os formatos e características apresentados nas presentes bibliografias para determinar o formato ótimo da aeronave. Onde pretende-se combinar eficiência, segurança e controlabilidade, dessa forma pretende-se determinar o melhor perfil aerodinâmico a ser utilizado, as características geométricas da asa, a tipologia usada no momento de voo vertical e um projeto preliminar em escala da aeronave construída a partir da impressão 3D. Dessa forma pretende-se obter uma aeronave com a mesma eficiência de um avião de asa fixa, porém permitindo a fácil decolagem e pouso vertical de um drone. Essas características são obtidas através da integração de sistemas para o controle de vetorização do empuxo dos rotores e da estabilização gerada pelo conjunto.

Palavras-chave: CFD, VANT, VTOL.

Introdução

Mesmo sob pressão do preço dos combustíveis fósseis e com o aumento do tráfego aéreo, a indústria não tem muita flexibilidade para adotar novos modelos de aeronaves. O ciclo de desenvolvimento de suas tecnologias dura mais de uma década, e os produtos chegam a sobreviver 50 anos. A produção de novas aeronaves está prevista para 2030 essa geração deverá ser mais econômica e silenciosa que qualquer aeronave da atual geração. Com o avanço no desenvolvimento na tecnologia dos controladores digitais, e da tecnologia fly-by-wire foi viabilizado o projeto de novas estruturas mais eficientes.

A próxima geração utilizará um número maior de motores e com potência menor aos atuais, um processo inverso do que ocorre nesta geração como é o caso Boeing 777 que utiliza as maiores turbinas em uma aeronave a GE90, sendo ele o maior bimotor já construído, que optou por esse método para não utilizar quatro motores, dessa forma existe uma economia de combustível e de manutenção. Entretanto, motores maiores geram maior ruído, portanto um maior número de motores gerará menor ruído e para solucionar o problema do aumento de consumo e do custo de manutenção

está sendo avaliado a substituição de motores à combustão para motores elétricos que possuem as mesmas características de alta densidade de potência e alta eficiência, porém sua manutenção é simples e barata.

Em outro viés temos o desenvolvimento dos veículos aéreos não tripulados que surgiu como uma importante opção na aplicação em áreas agrícolas e em missões de reconhecimento. O seu desenvolvimento vem sendo favorecida e facilitada pelo atual cenário de desenvolvimento tecnológico.

Todas as empresas fabricantes de aeronaves buscam novas geometrias e tecnologias para possíveis fabricação a partir de 2030, a qual seria a nova geração de aeronaves, as inovações não se restringem ao formato, mas também na forma da propulsão, autonomia de voo e de carga. Essas pesquisas e desenvolvimentos tem como foco principal aliar a economia de combustível com a estabilidade e confiabilidade. Essas fabricantes avaliam que o preço dos combustíveis aumentará muito durante as próximas décadas o que pode tornar muito caro o serviço aéreo.

Metodologia

Por muitos anos, túneis de vento têm sido usados para estudar os fluxos de ar em torno de objetos de diferentes formas. Isso tem sido importante para auxiliar no desenvolvimento de, por exemplo, aeronaves ou para reunir dados sobre diferentes aerofólios. No entanto, os testes de túnel de vento são caros, demorados e tem o tamanho do túnel sendo um fator limitante quando se trata de precisão e dimensão da amostra. Pode não ser um problema fazer um teste com um carro em escala real em um túnel grande o suficiente, mas as aeronaves são outra coisa devido ao seu tamanho. Por esse motivo a metodologia empregada na construção da aeronave será a modelagem 3D, utilizando softwares CAD (Computer Aided Design) e softwares do tipo CAM (Computer-Aided Manufacturing) para a fabricação dos componentes através de impressoras tridimensionais. A fim de se obter o melhor desempenho é possível realizar simulações de arrasto, perfil aerodinâmico, estresse estrutural e o comportamento em voo será utilizado análise via CFD (Computational Fluid Dynamic).

No CFD moderno, as equações usadas são, entre outras, as equações de Navier-Stokes que definem o fluxo de basicamente qualquer fluido. Isso é muito complexo e computacionalmente pesado, portanto, requer computadores poderosos para resolver o fluxo. No passado, quando os computadores não eram tão poderosos, versões simplificadas das equações de Navier-Stokes eram usadas,

como as equações de Euler, em que a viscosidade era desprezada. Existem também várias maneiras de modelar turbulência que são aplicadas quando necessário.

O básico por trás do CFD é que seja configurado um volume de controle (VC), que se deseja estudar. Existem três leis que devem ser satisfeitas para o volume de controle, as leis de conservação: Conservação de Massa Conservação de Momentum; Conservação de Energia

Essas três leis são muito fáceis de entender. Considere por exemplo que temos um VC de 1x1x1 cm. Qualquer massa de fluido que entra no VC através de qualquer um de seus 6 limites também tem que deixar o volume de controle na mesma taxa, caso contrário, sua massa aumentaria infinitamente ou diminuiria até chegar a zero. Simplificando, o que entra deve sair.

Para resolver as equações de um fluxo com precisão, o volume de controle precisa ser dividido em partes menores, geralmente chamadas de elementos ou células. As condições de limite são dadas aos elementos que são colocados ao longo do limite do VC e as equações são resolvidas para cada um dos elementos ao longo do VC. Esses cálculos devem ser iterados várias vezes como para qualquer outra solução numérica. Quando os valores médios de cada parâmetro e seu erro convergem para um determinado valor, a solução convergiu e os resultados para cada célula podem ser obtidos.

Resultados e Discussão

Após diversos estudos sobre os perfis de asa foi selecionado o formato NACA MH-43, conforme Figura 1. Seu formato assimétrico (Convexo), possui uma maior estabilidade quando comparada com as simétricas. Disponível no banco de dados do site Airfoiltools. Pode-se utilizar as coordenadas de importação para o software de modelação em arquivo DAT.

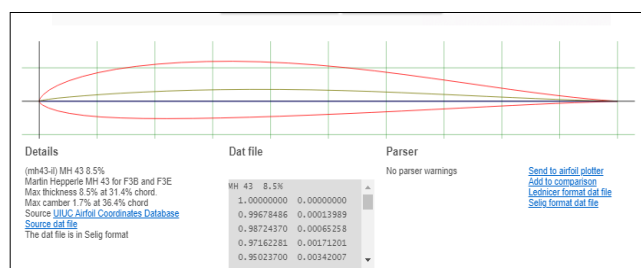


Figura 1. Perfil geométrico da asa.

Utilizando o software de simulação CFD (Dinâmica de Fluidos Computacional) é possível observar a trajetória do ar sob a superfície da asa.

A representação da velocidade do ar relativo, é indicada pelo espectro de cor utilizado na escala, conforme descrito na Figura 2, onde as cores mais intensas representam os pontos de maior velocidade do fluido.

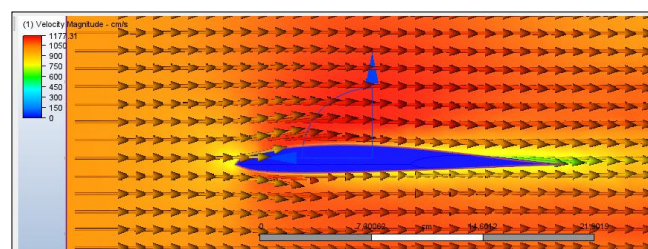


Figura 2. Simulação de escoamento de fluido sobre a asa.

Se a velocidade de uma partícula de um fluido aumenta, enquanto se desloca ao longo de uma linha de corrente, a pressão do fluido diminui e vice-versa. Na parte superior da asa (extradorso), nota-se uma região avermelhada, indicando maior velocidade do fluido. Ou seja, uma zona de baixa pressão. Enquanto que na parte inferior (intradorso), ocorre uma zona de pressão normal. Essa diferença de pressão gera uma força para cima, chamada de força de sustentação.

A Figura 3 indica a relação entre o ângulo de ataque com a sustentação gerada. Quando esse ângulo aumenta, a sustentação na asa também aumenta. Entretanto há um limite de inclinação para que não ocorra o estol (perda abrupta de sustentação).

Na Figura 3.b, nota-se a diminuição da região de baixa pressão situada no extradorso da asa, indicando a perda de sustentação pela inclinação do ângulo de ataque.

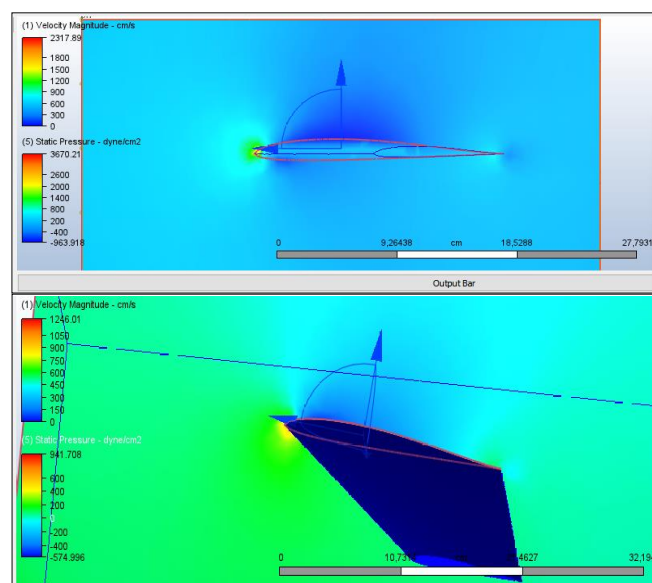


Figura 3.a Representação da pressão estática sobre a asa em um ângulo de ataque de 0°. b Representação da pressão estática sobre a asa em um ângulo de ataque de 5°.

Na Figura 4 observa-se a simulação do perfil aerodinâmico do corpo principal da aeronave, com destaque para o deslocamento do ar através da superfície, entretanto, nas simulações nota-se um efeito de turbulência na saída do fluido que não foi desejado, o que está sendo resolvido ajustando o formato da nova estrutura.

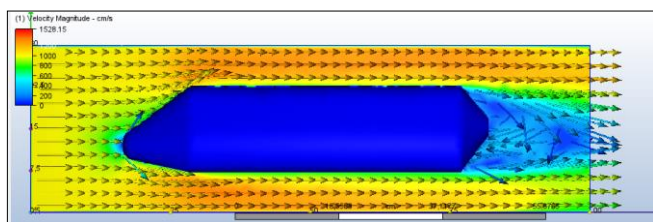


Figura 4. Escoamento de fluido sobre o corpo principal da aeronave.

Como o objetivo é uma aeronave com características de decolagem de um drone e voo de um avião idealizou a articulação angular dos rotores que passam da posição vertical (modo drone) para horizontal modo avião, como destacado na Figura 5. Foi utilizado dois motores por rotor para aumentar e compatibilizar o empuxo gerado pelos motores, com o peso da estrutura.

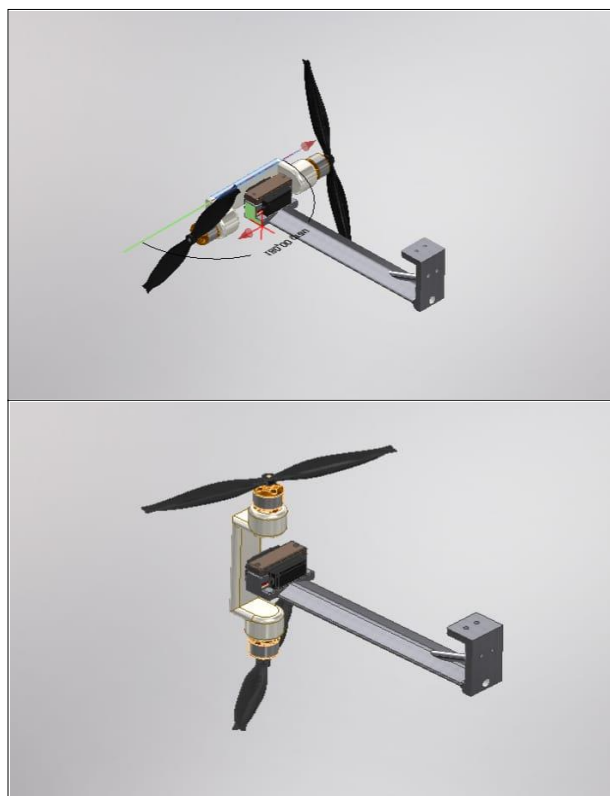


Figura 5. a. Rotor em posição horizontal. **b.** Rotor em posição vertical.

Os motores utilizados possuem um comportamento linear da corrente pelo empuxo conforme descrito na Figura 6 e apresentam uma força máxima 800 g cada, totalizando 1600 g quando combinados por eixo.

Na Figura 8 apresenta-se a visão computacional do protótipo do VANT, as partes coloridas refletem as seções que serão manufaturadas na impressora 3D CR10s4, impressora com maior área de impressão que o IFMS campus de Três Lagoas dispõe.

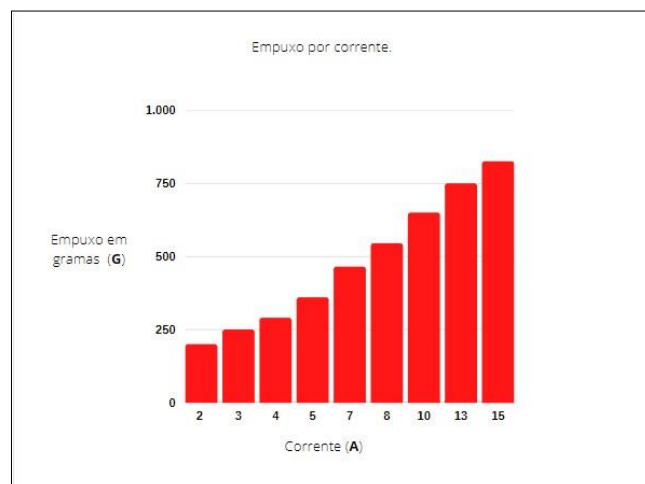


Figura 7. Gráfico demonstrando o empuxo gerado por motor em relação a sua corrente nominal.

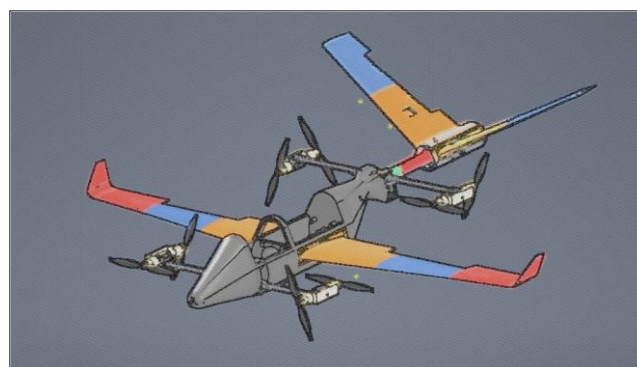


Figura 8. Visão computacional do protótipo do VANT com destaque para a posição dos rotores.

Considerações Finais

Através das simulações foi possível constatar o desempenho do protótipo e assim refinar a estrutura até obter a geometria ótima dessa forma foi garantida o desenvolvimento completo do projeto, segurado pelos parâmetros base para a construção, visando sempre a relação peso, sustentação do conjunto e atenuação do arrasto.

Agradecimentos

Agradeço ao financiamento do PIBITI edital 030/2021 do IFMS.

Referências

- JORGE, Lúcio André De Castro; INAMASU, Ricardo Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão**. Embrapa, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114264/1/CAP-8.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- SAMPAIO, Ícaro Marcolin Sampaio. **Aerodinâmica: o desenvolvimento de dispositivos hypersustentadores e seus benefícios à segurança operacional**. Universidade do sul de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA>

/8140/1/ÍCARO%20MARCOLIN%20SAMPAIO%20-%20TCC%20corrigido%20pela%20ATA.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.