

OTIMIZAÇÃO DE AERONAVES ANFÍBIAS PARA OPERAÇÕES NA FLORESTA AMAZÔNICA

Gisele Sá Lima Cruz¹; Luzia Aparecida Tofaneli²; Turan Dias Oliveira³

¹ Graduanda em Engenharia Mecânica e Bolsista em Iniciação Científica – Centro Universitário Senai Cimatec); gisele.cruz@aln.senaicimatec.edu.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; luzia.tofaneli@fieb.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; turan.oliveira@fieb.org.br

RESUMO

Pela importância econômica, social e ambiental evidente na região amazônica, o transporte torna-se uma questão necessária para discussão, já que as estradas são raras e com condições precárias, além dos inúmeros impactos negativos para o meio ambiente. Dessa forma, a análise aerodinâmica de transportes rápidos na região, como hidroaviões, visto que os aeródromos ficam em desuso durante grande parte do ano, torna-se imprescindível. O objetivo desse trabalho é analisar computacionalmente geometrias para aeronaves anfíbias, com foco na laminarização do fluxo e tornar mais usual e otimizado esse transporte na região. O trabalho utilizou o software Ansys CFX para simulação do perfil NACA 23012 para verificar e analisar coeficientes de sustentação (Cl) e arrasto (Cd) com e sem *winglet* para determinar influências do componente aerodinâmico na asa e identificar possíveis otimizações a serem feitas. A pesquisa se encontra em andamento, mas espera-se em projetos futuros a análise utilizando outros perfis NACA.

PALAVRAS-CHAVE: Simulações; Hidroaviões; Coeficientes; Região Amazônica.

1. INTRODUÇÃO

A região amazônica desempenha um papel fundamental no controle das condições ambientais globais, além disso apresenta importância econômica considerável por conta da Zona Franca de Manaus, um dos polos industriais mais modernos da América Latina¹. Com uma área de quase sete milhões de quilômetros quadrados, o transporte na região é uma questão importante, porém, as estradas são raras e em condições precárias e, em sua maioria, inadequadas por diversas razões econômicas, além de seus impactos negativos sobre o meio ambiente². Dessa forma, o desenvolvimento sustentável é mais bem alcançado se as estradas terrestres são reduzidas ao mínimo, sendo o transporte lento baseado em barcos e o transporte rápido por via aérea.

No que diz respeito ao transporte rápido, essencial para socorro e apoio médico, na região já mencionada os aeródromos são escassos e os aeroportos adequados só existem em algumas cidades³. Logo, para manter um aeródromo em operação pode ser uma tarefa extremamente difícil na região, por necessidade de grandes investimentos econômicos⁴. Assim, aeronaves anfíbias, geralmente descritas como barcos voadores ou hidroaviões, são, portanto, uma solução sábia para o transporte rápido, pois podem usar os rios como pistas, e podem pousar em superfícies duras.

Contudo, para aumentar a usabilidade de hidroaviões na região amazônica, a pesquisa realiza uma investigação computacional de geometrias potenciais de aeronave anfíbia com foco na laminarização de fluxo para correspondência de gradiente de pressão. Dessa maneira, para alcançar o objetivo geral serão realizadas as seguintes etapas metodológicas: determinar o modelo de turbulência RANS (média de Reynolds Navier-Stokes) adequado; elaborar geometrias 3D; estudar convergência de malha; simular diferentes geometrias e analisar comparativamente os resultados de simulação.

É importante ressaltar que a pesquisa tem parceria com a UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) e Penn State (Universidade Estadual da Pensilvânia), logo, algumas etapas do projeto já foram desenvolvidas e determinadas previamente ao estudo descrito nesse trabalho, assim como a escolha do perfil NACA utilizado.

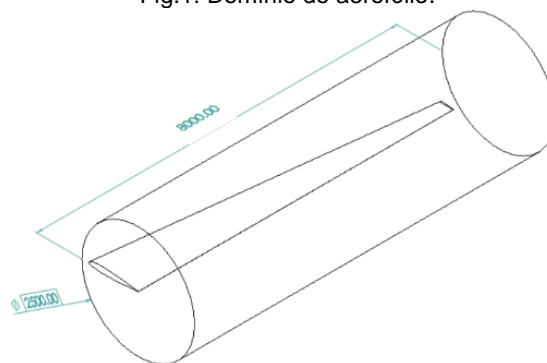
2. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa descritiva, da otimização de aeronaves anfíbias para operação na floresta amazônica, utilizou-se o software de fluidodinâmica computacional Ansys CFX para análise da asa de perfil NACA 23012 (perfil já predeterminado), identificando os coeficientes de arrasto (Cd) e sustentação (Cl) da asa com e sem *winglet*, com foco na diminuição do arrasto e percebendo influências da adição do componente aerodinâmico citado.

Primordialmente, foi feita algumas simulações para escolha do tipo de malha e domínio que seria utilizado na pesquisa, fez-se simulações com o mesmo domínio e malhas diferentes e mesma malha com domínios diferentes para identificação de influências dos mesmos nos resultados. Entendeu-se as influências da malha nas simulações e por fim determinou-se a mesma.

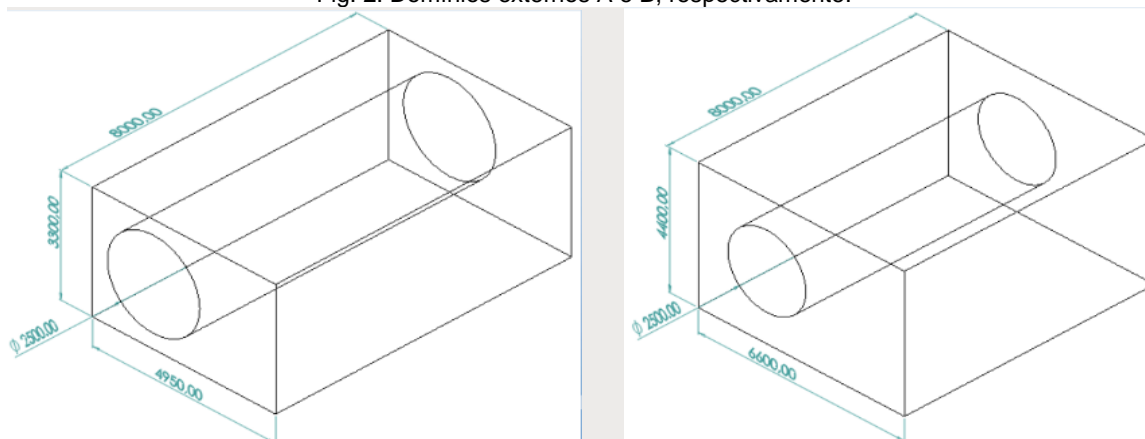
Posteriormente, dividiu-se o domínio do aerofólio em duas diferentes partes, a parte do aerofólio (Figura 1), que não muda em cada simulação, e a parte externa, com quatro diferentes variações (domínios A, B, C e D), diferenciadas nas dimensões em x, y ou z (Figuras 2 e 3). Dessa maneira, a partir do tempo de simulação, valores de C_l , C_d e comparações com simulações feitas no software XFLR5 e em outras bibliografias, foi possível determinar o domínio mais interessante para a pesquisa.

Fig.1: Domínio do aerofólio.



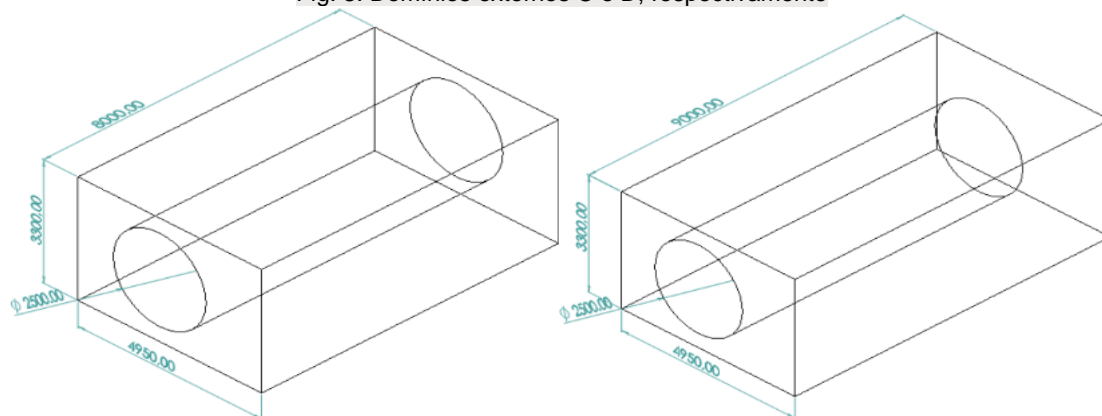
Fonte Própria

Fig. 2: Domínios externos A e B, respectivamente.



Fonte Própria

Fig. 3: Domínios externos C e D, respectivamente



Fonte própria

Dessa forma, com malha e domínio escolhidos, fez-se as simulações da asa com o *winglet* (geometria já predeterminada) e coletou-se os valores dos coeficientes de arrasto e sustentação para posterior comparação com os coeficientes retirados das simulações sem *winglet*.

A pesquisa se encontra na etapa de simulações sem *winglet*, com esses valores será possível encontrar as influências desse componente aerodinâmico e assim, fazer possíveis otimizações na aerodinâmica da asa como um todo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as simulações com mesmo domínio e malhas diferentes, uma sendo “fine” com 22.935.428 elementos e a outra “medium” com 15.842.416 elementos, percebeu-se que a malha não apresentava mudanças significativas nos valores de C_l e C_d , logo escolheu-se a malha mais refinada “fine” para ser utilizada na pesquisa.

Dessa maneira, fez-se as simulações, coletou-se os valores de C_l e C_d e comparou-se com os valores obtidos no software XFLR5 para Naca 23012 3D, pode-se visualizar os valores na tabela 1.

Tabela 1: Valores do C_l e C_d de cada domínio e do software XFLR5.

	C_l	C_d	C_l/C_d
Domínio A	0,118	0,011	10,727
Domínio B	0,1183	0,0103	11,485
Domínio C	0,1235	0,0105	11,762
Domínio D	0,1234	0,0105	11,752
XFLR5 (Asa 3D)	0,114	0,006	19

Fonte Própria

Ao analisar os dados, percebeu-se uma alta discrepância entre os valores de C_d obtidos pela simulação do Ansys e pelo software, ocasionada por um erro numérico, dessa forma, calculou-se a discrepância entre os valores do aerofólio de cada domínio e o software (Tabela 2). Assim, escolheu-se o domínio B, já que teve menor discrepância entre os valores, junto a um dos menores tempo de simulação (Tabela 3).

Tabela 2: Discrepância de cada domínio e do software XFLR5.

	Discrepância	
	C_l	C_d
Domínio A	3,51%	83%
Domínio B	4%	72%
Domínio C	8%	75%
Domínio D	8%	75%

Fonte Própria

Tabela 3: Tempos de simulação de cada domínio.

	Tempo de simulação
Domínio A	1h 2min 26seg
Domínio B	1h 10min 5seg
Domínio C	55min 44seg
Domínio D	1h 23min 51seg

Fonte Própria

Com malha (“fine”) e domínio(B) escolhidos, iniciou-se as simulações com e sem o *winglet*, utilizando ângulos de ataque de -2° a 12° para melhor entendimento aerodinâmico da asa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados apresentados, foi possível determinar que a metodologia aplicada na pesquisa é factível para obter resultados confiáveis e coerentes com a teoria e assim, cumprir com os objetivos trazidos. Evidencia-se que os dados dos coeficientes de arrasto e sustentação com e sem *winglet* ainda estão sendo verificados e analisados.

Não obstante, espera-se em trabalhos futuros o reaproveitamento das análises trazidas nesse trabalho e simulações com outros perfis Naca para a determinação do perfil mais otimizado para operação na floresta Amazônica.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ FERREIRA, Leandro Valle; VENTICINQUE, Eduardo; ALMEIDA, Samuel. **O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas**. Estudos avançados, v. 19, p. 157-166, 2005.
- ² COLL, Liana. Construção de estradas na Amazônia intensifica desmatamento. **Unicamp**, 2021. Disponível em: <Construção de estradas na Amazônia intensifica desmatamento | Unicamp>. Acesso em 15 de mar. de 2022.
- ³ ROCHA, Micael. Especial: Os voos e as operações aéreas na região da Floresta Amazônica. **Aeroflap**, 2023. Disponível em: <<https://www.aeroflap.com.br/especial-os-voos-e-as-operacoes-aereas-na-regiao-da-floresta-amazonica/>>. Acesso em: 05 de abr. de 2023.
- ⁴ Situação de aeroportos em locais de difícil acesso na região amazônica é tema de debate. **Câmara dos Deputados**, 2019. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/613666-situacao-de-aeroportos-em-locais-de-dificil-acesso-na-regiao-amazonica-e-tema-de-debate/>>. Acesso em 05 de abr. de 2023.