

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

DETERMINAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE UMA ASA FINITA PARA UMA AERONAVE DO TIPO AERODESIGN

THOMÁS DAGNOLO ESTUCHI¹, FERNANDO DE HARO MORAES²

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Bolsista PACTEC, IFSP, Campus Araraquara, dagnolo.t @aluno.ifsp.edu.br

² Doutor em Engenharia Mecânica, IFSP, Campus Araraquara, fernandohm@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.12.01.00-8 Aerodinâmica

RESUMO: Uma das competições universitárias que é promovida pela SAE Brasil, é a competição de AeroDesign que ocorre anualmente. Nessa competição é solicitado aos competidores o projeto de uma aeronave baseado em uma missão de voo. A seguinte pesquisa é baseada nos requisitos impostos pela competição e busca avaliar, dimensionar e determinar um design de uma asa finita que viabilize a construção de uma aeronave voltada para a competição. Baseada em aerodinâmica potencial e em software público, avaliou-se como determinar os parâmetros geométricos por um processo de varredura paralelo a análises de resposta ágil, as quais fornecem os coeficientes aerodinâmicos. Os resultados obtidos orientarão a fabricação da aeronave para a próxima competição, ao mesmo tempo que servirão para a elaboração de um guia passo a passo, que será utilizado para projetos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: AERODINÂMICA; OTIMIZAÇÃO; SOFTWARE ABERTO; AERODESIGN

DETERMINATION AND DIMENSIONING OF THE GEOMETRIC PARAMETERS OF A FINITE WING FOR NA AERODESIGN TYPE AIRCRAFT

ABSTRACT: One of the university competitions promoted by SAE Brasil is the AeroDesign competition, which takes place annually. In this competition, competitors are asked to design an aircraft based on a flight mission. The following research, based on the requirements imposed by the competition, seeks to evaluate, dimension, and determine a finite wing design that would enable the construction of a competition-oriented aircraft. Based on potential aerodynamics and public software, the study evaluated how to determine the geometric parameters through a scanning process parallel to agile response analyses, which yield the aerodynamic coefficients. The results obtained will guide the manufacture of the aircraft for the next competition, while also serving to develop a step-by-step guide for future projects.

KEYWORDS: AERODYNAMIC; OTIMIZATION; OPEN SOURCE SOFTWARE; AERODESIGN

INTRODUÇÃO

A SAE Brasil fomenta anualmente a capacitação de engenheiros voltados para o mercado aeronáutico ao promover a realização de uma competição de Aerodesign, que visa a obtenção de aeronaves competitivas e ao mesmo tempo seguras. Baseado na necessidade de se obter uma asa que atenda aos requisitos propostos pela competição, faz-se necessário a utilização de softwares de resposta ágil, e que forneçam dados confiáveis para o projeto inicial da aeronave. Uma vez que o desenvolvimento da asa finita ocorre no projeto conceitual.

Dessa forma, a construção da asa finita precisa ser eficiente: ágil, mas sem desprezar informações e conceitos essenciais. Tendo isso em vista, o seguinte trabalho baseia-se em apresentar um método de varredura de parâmetros geométricos, como envergadura e corda, visando definir uma geometria que seja eficiente aerodinamicamente: produzindo alta sustentação (requisito de projeto para a Classe Regular), diminuindo o arrasto e integrando a escolha da asa com conceitos de estabilidade. Portanto, este estudo compreende os fenômenos da aerodinâmica potencial e seleciona as geometrias estudadas a partir da quantificação dos parâmetros obtidos após as análises, orientando a escolha da geometria final

METODOLOGIA

Foi utilizado o software XFLR 5 de análise aerodinâmica para a obtenção dos dados de VLM (vortex lattice method) que seriam repassados para o Excel. Juntamente dos coeficientes aerodinâmicos, foram inseridos os parâmetros geométricos da asa, finalizando com a pontuação. Na varredura 1, foram variados os parâmetros envergadura, corda e breakpoint (porcentagem onde muda a geometria da asa de retangular para trapezoidal) a pontuação é baseada no C_l (coeficiente de sustentação) e C_d (coeficiente de arrasto), priorizando uma aeronave com alto coeficiente de sustentação e baixo coeficiente de arrasto considerando 70% de C_l e 30% de C_d . Na varredura 2 foi considerada a relação afilamento, onde foram analisadas diferentes geometrias de asas com diferentes relações de afilamentos área da asa e a maior pontuação foi dada a asa em que apresentou maior C_l e menor C_d e melhor relação entre C_l/C_d . Por fim, após realizado a análise dos dados obtidos, os resultados eram fornecidos ao MATLAB para obtenção dos gráficos. Essa foi uma das análises desenvolvidas para escolha da geometria da asa.

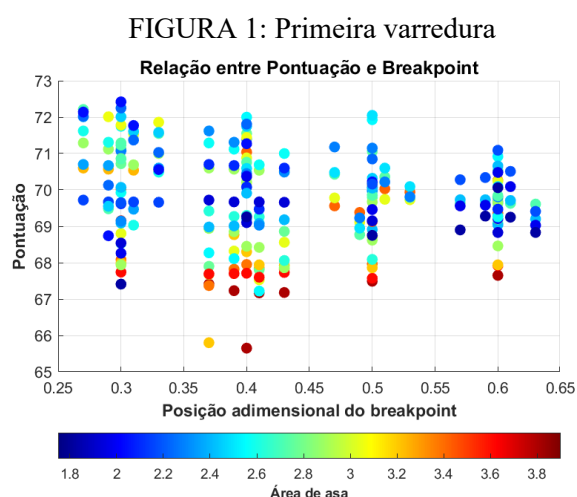
MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido se baseou em metodologias propostas por Gudmundsson (2014), Sadraey (2013) e Anderson (2010). Para isso utilizou-se dos softwares XFLR5, MATLAB e Excel.

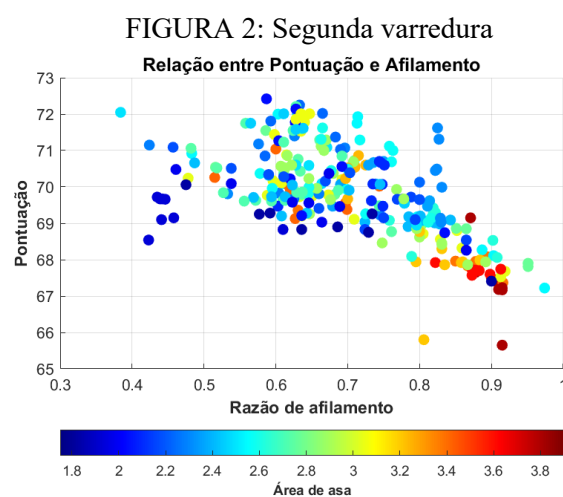
Os métodos fundamentadores para análises são os que compreendem a aerodinâmica potencial, logo, o estudo é teórico. Foram adotados os parâmetros com maiores pontuação e possibilidade construtiva.

A figura 1 apresenta a primeira varredura realizada e foi utilizada para analisar as pontuações máximas e mínimas possíveis em relação ao breakpoint. A partir da figura 1 identificou se que a asa deveria possuir o breakpoint de 30% e área de asa de 2,2 m².

A figura 2 apresenta a segunda varredura realizada e foi utilizada para determinar a razão de afilamento de aproximadamente de 0,6 entre a corda da ponta dividida pela corda da raiz, o que forneceu a geometria de afilamento da asa.



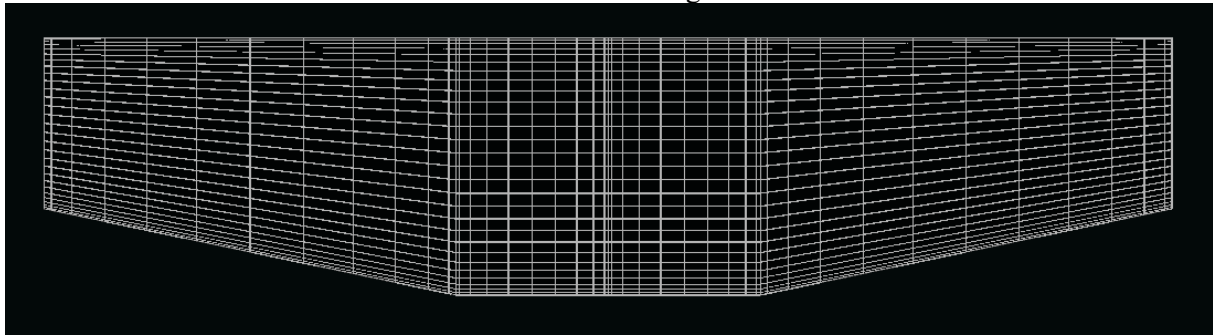
Autoria própria



Autoria própria

A figura 3 apresenta o formato da asa sugerida através da análise de dados apresentadas na figura 1 e na figura 2, de acordo com a máxima pontuação obtida.

FIGURA 3: Design da asa final



Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da metodologia estudada obteve-se gráficos de varredura como os apresentados nas figuras 1 e 2, que auxiliaram a elaboração de um design final da asa. Após a elaboração dessa asa finita, utilizando os parâmetros de maior pontuação, foi possível obter a tabela 1 que sintetiza os coeficientes aerodinâmicos obtidos

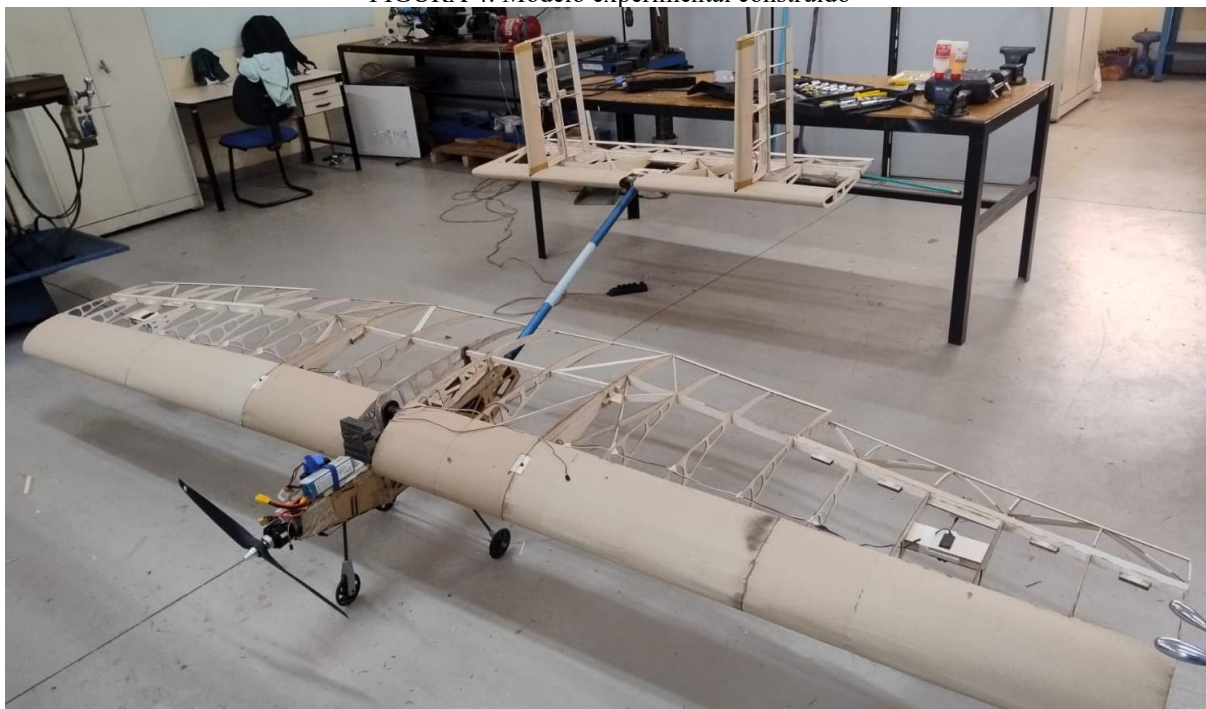
TABELA 1: Resultados do estudo

Característica	Valor	Unidade
b	3,6	m
λ	0,665	-
AR	5,0	-
S_w	2,59	m ²
Λ	0	°
c_r	0,820	m
c_t	0,545	m
C_{Lmax}	2,233	-
α_{estol+}	20,83	°
C_{L0}	0,928	-
$C_{L\alpha}$	0,068	-
C_{Lmin}	-0,276	-
α_{estol-}	-16,22	°
C_{D0}	0,070	-
C_{Dmin}	0,0480	-
C_{M0}	-0,386	-
$C_{M\alpha}$	-0,004	-

Autoria própria

Segue a foto da aeronave construída onde foram aplicados os parâmetros da asa determinados nesta pesquisa, figura-4.

FIGURA 4: Modelo experimental construído



Autoria própria

CONCLUSÕES

A partir do estudo realizado foi possível selecionar e documentar a escolha dos parâmetros guia para a construção do perfil de asa da aeronave que atendessem ao solicitado pela competição. Além disso, este projeto viabilizou a construção de um perfil de asa finita que se mostrasse competitiva e fundamentada na teoria aerodinâmica consultada. Em paralelo, o registro das decisões tomadas além de orientar a elaboração do relatório que será apresentado para a competição, também guiará os futuros projetos da equipe que o desenvolveu.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Thomás Dagnolo Estuchi contribuíram com análise dos dados, procederam com a metodologia e experimentos e atuou na redação do trabalho.

Fernando de Haro Moraes contribuiu na orientação do trabalho.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao PACTEC.

REFERÊNCIAS

J. D. ANDERSON, **Fundamentals of Aerodynamics**. McGraw-Hill Education, 5 ed., 2010.

M. H. SADRAEY, **Aircraft Design: A Systems Engineering Approach**. Wiley, 1 ed., 2013.

S. GUDMUNDSSON, **General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013.

MATHWORKS. **MATLAB: The Language of Technical Computing**. Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc., 2025.

DEPERROIS, A. *XFLR5: Analysis of foils and wings operating at low Reynolds numbers*. S.l.: André Deperrois, 2025. Acessado em: 12 ago. 2025. Disponível em: <<http://www.xflr5.tech>>.