



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



Análise das características de um perfil alar de alta sustentação interpolado voltado para o projeto Aerodesign

Otávio Traldi da Silva¹, Fernando Haro de Moraes²

IFSP – Câmpus Araraquara, otavio.t@aluno.ifsp.edu.br

Área de conhecimento: 3.12.01.00-8 - Aerodinâmica

RESUMO: O estudo das características dos perfis alares de alta sustentação possui grande importância no desenvolvimento e funcionamento de uma aeronave destinada ao projeto Aerodesign. O perfil deve apresentar características como alto coeficiente de sustentação, baixo arrasto e a possibilidade de ser construído. Foi realizada a interpolação de perfis alares de alta sustentação através do uso do software livre XFLR5. Realizou-se a simulação computacional de mais de uma interpolação e comparou-se elas entre si. Após a obtenção dos perfis foram analisados os coeficientes aerodinâmicos e a possibilidade de fabricação para a aplicação no projeto Aerodesign. Esta pesquisa está envolvida com futuras pesquisas relacionadas ao projeto Aero design.

PALAVRAS-CHAVE: Aerodesign; arrasto; interpolação, perfis aerodinâmicos, sustentação; XFLR5.

1 INTRODUÇÃO

Anualmente a SAE Brasil, através da Competição SAE BRASIL Aero Design, desafia os estudantes de engenharia a elaborar e construir o projeto de uma aeronave radio controlada, não tripulada. A competição analisa os quesitos de concepção, projeto detalhado, construção e testes da aeronave.

Para toda aeronave, tripulada ou não tripulada, há a necessidade da consideração de um perfil aerodinâmico adequado para sua especificidade de aplicação, (RODRIGUES,2013). O perfil gera uma reação aerodinâmica a partir do escoamento do fluido ao seu redor. O estudo dos perfis é de extrema importância para a elaboração de asas mais eficientes, capazes de gerar maior sustentação em relação ao arrasto, resultando em benefícios para a aeronave.

Este trabalho utilizou a ferramenta XFLR5, a qual é baseada no chamado método dos painéis, para uma análise computacional das forças geradas pelo escoamento através dos diferentes perfis aerodinâmicos. A escolha do perfil considerou o maior coeficiente de sustentação, o menor arrasto e a facilidade de construção.

2-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

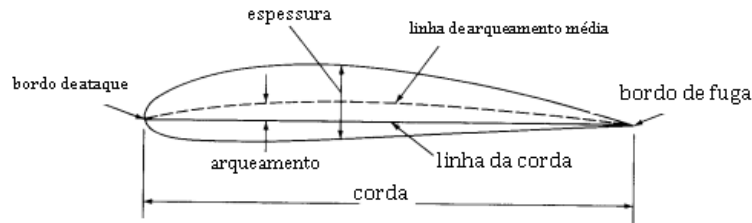
2.1 Aerodinâmica

A aerodinâmica consiste em um estudo relativo ao movimento de fluidos gasosos, envolvendo as propriedades e características dos mesmos, bem como a forma com que estes fluidos exercem forças sobre os corpos nele submersos. Os estudos dos perfis aerodinâmicos foi um dos causadores do grande salto no estudo da aerodinâmica. (RODRIGUES, 2013).

2.2 Perfis Aerodinâmicos

Um perfil aerodinâmico é uma superfície a qual gera reação aerodinâmica a partir do escoamento do fluido ao seu redor. A figura 1 mostra um perfil aerodinâmico e suas principais características geométricas.

Figura 1- Características Geométricas de um perfil aerodinâmico



Fonte: “compilação do autor”¹

¹Montagem a partir da figura coletada em Anderson, 1989, p.180

Na figura 1, segundo ANDERSON (1989) e RODRIGUES (2013), mostra a linha de arqueamento média a qual representa a linha que define o ponto médio entre todos os pontos que formam as superfícies superior e inferior do perfil.

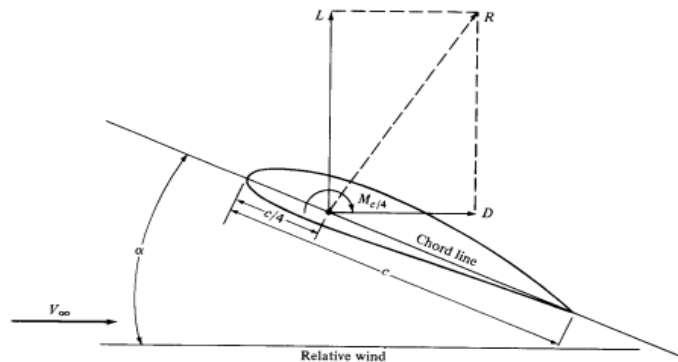
2.2.1 Forças aerodinâmicas e momentos em perfis

A Figura 2 apresenta um perfil com ângulo de ataque(α) e mostra as forças e momentos gerados sobre ele.

O ângulo de ataque é um termo usado na aerodinâmica para definir o ângulo formado entre a linha da corda do perfil e a direção relativa do vento. É um fator importante o qual influencia o valor da sustentação. Segundo RODRIGUES (2013) quanto maior o ângulo de ataque, maior será a sustentação(L) até o ponto chamado de estol. O mesmo ocorre com o Arrasto(D).

A velocidade do escoamento não perturbado é definida por V , e é alinhada com a direção relativa do vento. A força resultante R é inclinada para trás em relação ao eixo vertical, geralmente a força não é perpendicular à linha da corda.

Figura 2 -Forças aerodinâmicas e momento ao redor do centro aerodinâmico $c/4$



Fonte: Anderson, 1989, p180

2.3 Coeficientes Aerodinâmicos

As características aerodinâmicas de um perfil são atribuídas por três coeficientes adimensionais, o de sustentação (c_l), o de arrasto (c_d) e o de momento (c_m) que é relacionado ao centro aerodinâmico do perfil. (ROSA, 2006).

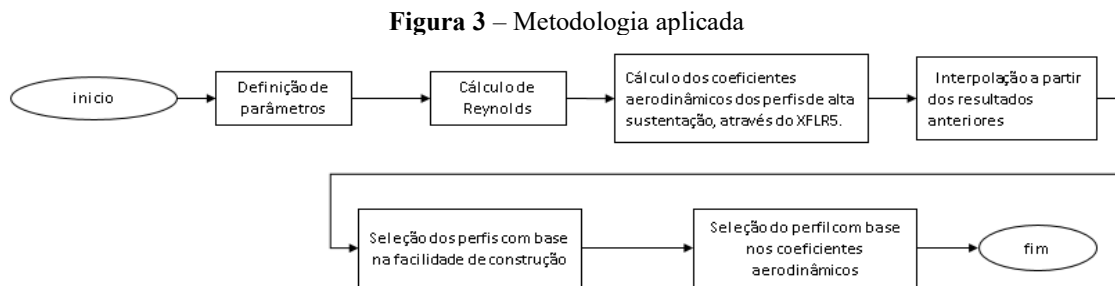
2.5- XFLR5

Segundo Neto e Becker (2013), a plataforma do XFOIL viabiliza os cálculos em objetos 3D, com baixos n° de Reynolds, a qual utiliza o método de Katz e Plotkin para cálculo das linhas de vórtice (VLM); ou teoria de linha de sustentação de Prandtl (LLT) em superfícies.

Como afirma Dantas (2014) o software apresenta os resultados obtidos dos escoamentos dos fluidos através do perfil por meio de gráficos (ou polares) que são as representações matemáticas dos efeitos analisados. Os resultados são eficazes e confiáveis para projetos com baixos números de Reynolds. A confiabilidade é mostrada através de métodos comparativos de DEPERROIS, A. (2009).

3-METODOLOGIA

A metodologia dos processos realizados seguem o fluxograma, figura 3:



Fonte: autoral

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros utilizados

O XFLR5 precisa de alguns parâmetros para a realização das simulações e por isso foram adotados os seguintes dados como parâmetros nas mesmas.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados nos cálculos

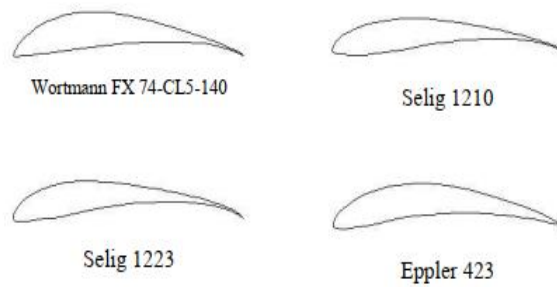
Símbolo	Descrição	Valor
μ	Viscosidade do Ar	0.00001817
ρ	Massa específica do ar	1.225
Re	Número de Reynolds a 15m/s;	393276

Fonte: autoral

4.1 Coeficientes aerodinâmicos dos perfis de alta sustentação

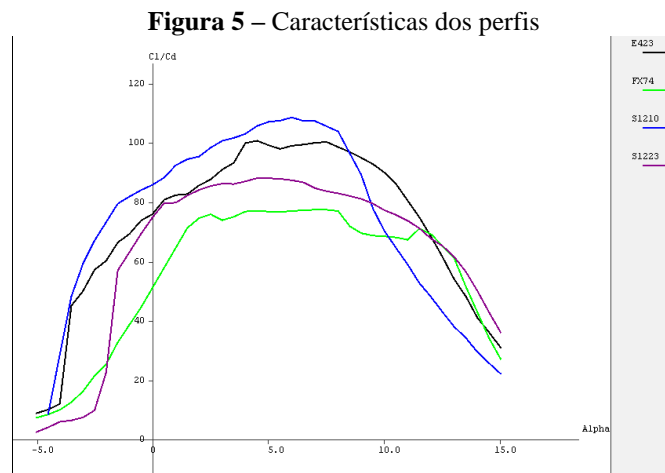
A partir da determinação dos parâmetros de simulação, utilizando o software livre XFLR5, foi realizada a simulação dos perfis de alta sustentação mostrados na figura 4. Foram considerados os perfis de alta sustentação, os quais, são os mais utilizados em competições de aerodesign.

Figura 4 – Perfis de alta sustentação



Fonte: autoral

Com os perfis selecionados, foram realizadas as simulações, das principais características de cada perfil, que são os coeficientes de sustentação, arrasto, eficiência e momento, mostrado na figura 5.

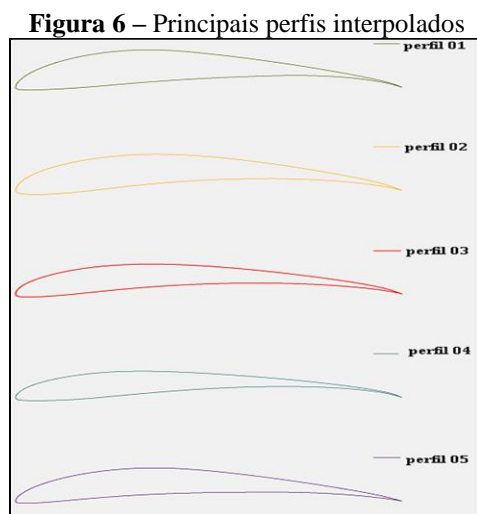


Fonte: autoral

4.3 Perfis interpolados

A partir dos gráficos dos perfis de alta sustentação foram identificadas as principais características de interesse em cada um deles, por exemplo no selig1223 se destaca o coeficiente de sustentação, porém possui o pior arrasto diminuindo assim sua eficiência.

Foram realizadas 5 interpolações de perfis (figura 6) objetivando obter uma mescla dos pontos de interesse de cada perfil como alta sustentação, baixo arrasto e possibilidade de fabricação.



Fonte: autoral

4.4 Escolha dos perfis de acordo com sua geometria

Analisando a figura 4 eliminou-se os perfis FX-74 e SELIG1210.

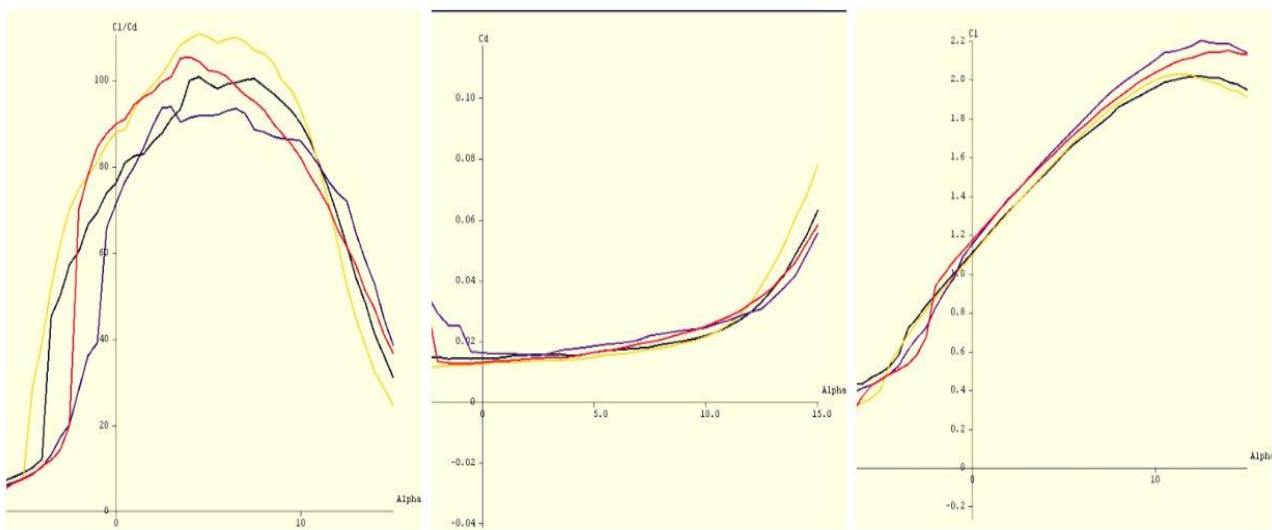
Analisando a figura 6 eliminou-se os perfis perfil 01 e perfil 04. Eliminações explicadas pela dificuldade de construção devido a seu bordo de fuga com alto afinamento.

Restando assim para análise final, e conseqüentemente escolha os perfis Eppler423, Perfil 02, Perfil 03 e Perfil 05.

4.5 Seleção do perfil através da comparação dos gráficos dos coeficientes aerodinâmicos

A figura 7 ilustra os gráficos dos coeficientes de eficiência, sustentação e momento respectivamente. Nessa figura o perfil Eppler 423 é mostrado na cor preta, o Perfil-02 na cor laranja, o Perfil-03 na cor vermelha e o Perfil 05 na cor roxa.

Figura 7- (a) Gráfico de eficiência (b) Gráfico de sustentação (c) Gráfico de momento



(a) (b) (c)
Perfil Eppler 423 preto, Perfil-02 laranja, Perfil-03 vermelho e o Perfil 05 roxo

Fonte: autoral

A tabela 1 mostra a pontuação de cada perfil interpolado de acordo com a metodologia de SOUZA (2016). O perfil 03 apresentou a melhor pontuação, portanto o perfil 03 foi o selecionado.

Tabela 1 – Tabela de pontuação dos perfis

Peso dos Critérios	Parâmetro	Eppler423	Perfil 02	Perfil 03	perfil 05
3	cl/cd x alfa	2	3	2	1
2	cl x alfa	1	1	3	3
1	cm x alfa	1	1	2	2
	total	9	12	14	11

Fonte: autoral

Os critérios utilizados na seleção dos perfis priorizaram a eficiência, sustentação, momento e viabilidade de construção respectivamente, do maior para o menor. A eficiência por justamente ser o coeficiente que demonstra o quanto de sustentação que o perfil gera em relação ao arrasto, a sustentação pois mostra o valor máximo deste coeficiente e quanto o perfil consegue gerar.

CONCLUSÕES

Através das interpolações entre perfis já existentes foi possível mesclar as características mais relevantes de cada um, resultando em um novo perfil o qual possui características mistas entre eles.

Portanto, a partir desta pesquisa, o perfil mais adequado de acordo com as características definidas pela equipe é o Perfil 03, nomeado AS2021, pois além de sua viabilidade de construção, apresenta a maior pontuação de acordo com os critérios adotados, possui o maior valor de eficiência, sustentação, menor arrasto e baixo momento.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, JOHN. D. Fundamentals of Aerodynamics. 2ª Ed, McGraw-Hill, Inc. New York 1991.

ANDERSON, JOHN. D. Introduction to Flight. 3ª Ed, McGraw-Hill, Inc. New York 1989.

DANTAS, Albert Franklin de Moura. Análise Aerodinâmica de Perfis de Asa para Veículos Aéreos Não Tripulados Usando o Software XFLR5. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –Universidade Federal Rural do Semiárido, Rio Grande do Norte, 2014.

Deperrois, A. (2009). XFLR5 Results vs Predictions: Calculations and experimental measurements. Rev. 1.1. Retrieved from http://www.xflr5.tech/docs/Results_vs_Prediction.pdf

NETO, F.P.; BECKER, G. Projeto de perfis: simples e multi-elemento.2013. Disponível em:http://www.engbrasil.eng.br/index_arquivos/pp.pdf.

RIBEIRO, FERNANDA. ALVES. Análise aerodinâmica de perfis de Asa para aeronaves experimentais tipo JN-1. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Mecânica) –Programa de pós-graduação em engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011

RODRIGUES, LUIZ E. M. J. Fundamentos da engenharia aeronáutica. São Paulo: Cengage Learning, 2013

ROSA, EDISON DA. Introdução ao Projeto Aeronáutico: uma contribuição à Competição SAE Aerodesign; colaboração Juliano Toporoski. – Florianópolis: UFSC/GRANTE.2006.

SOUZA, Lucas Guimarães et al. Metodologia de um projeto aerodinâmico básico voltado a competição SAE Brasil aerodesign. Brazilian Journal of Business, v. 2, n. 3, p. 2397-2409, 2020.