

OTIMIZAÇÃO NA SELEÇÃO DE PERFIS PARA AUXILIAR PROJETOS DE ASAS ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

PEDRO TIAGO SILVA MELO¹, HIERRO VIANA DA COSTA² e REBECA BEATRIZ DA COSTA SAMPAIO³,
DIEGO BANDEIRA DE MELO AKEL THOMAZ⁴, ANTONIO CLAUDIO KIELING⁵

¹Graduando em Engenharia Mecânica, UEA, Manaus-AM, ptsm.eng19@uea.edu.br;

²Graduando em Engenharia Mecânica, UEA, Manaus-AM, hvdc.eng19@uea.edu.br;

³Graduando em Engenharia Mecânica, UNN, Manaus-AM, rebeca.sampaio.betriz@gmail.com

⁴Graduando em Engenharia Mecânica, UEA, Manaus-AM, diegoakel1@gmail.com;

⁵Dr. em Biotecnologia, Prof. Titular UEA, Manaus-AM, akieling@uea.edu.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O objetivo desses estudos foi otimizar o processo de análise e seleção de um perfil aerodinâmico pertencente a um projeto de asa para uma competição de aerodesign. Onde foram observados sua efetividade na escolha do perfil através do processo iterativo de gerações, aumento de possibilidades de análise em um software de fluidodinâmica computacional (CFD), otimização do tempo de processo. Assim pode-se ter maior segurança na seleção e escolha do perfil, tendo esse elemento ligação direta com o projeto da asa aerodinâmica podendo melhorar o rendimento da aeronave em voo subsônico.

PALAVRAS-CHAVE: Aerodinâmica, otimização, automação, técnicas numéricas.

OPTIMIZATION IN THE SELECTION OF PROFILES TO ASSIST WING PROJECTS THROUGH COMPUTATIONAL FLUIDODYNAMICS TECHNIQUES

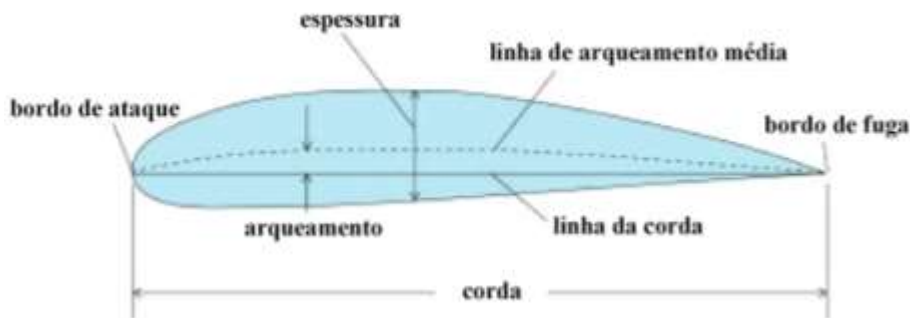
ABSTRACT: The objective of these studies was to optimize the analysis process and choose an aerodynamic profile belonging to a wing design for an aerodesign competition. Where its effectiveness in the choice of profile was observed through the iterative process of generations, increased possibilities of analysis in a computer fluid dynamics (CFD) software, process time optimization. Thus, one can have greater safety in the selection and choice of profile, having this element direct connection with the aerodynamic wing design, which can improve the redimension of the aircraft in subsonic flight.

KEYWORDS: Aerodynamics, optimization, automation, numerical techniques.

INTRODUÇÃO

Um perfil aerodinâmico (Figura 1) é uma superfície projetada com a finalidade de se obter uma reação aerodinâmica a partir do escoamento do fluido ao seu redor. Os termos aerofólio ou perfil aerodinâmico são empregados como nomenclatura dessa superfície (Miranda, 2014).

Figura 1. Representação geométrica de um perfil aerodinâmico



No projeto de uma asa aerodinâmica precisa-se como parâmetro de análise a seleção de um aerofólio visando bons coeficientes aerodinâmicos na análise da asa final, assim é visível a importância de uma seleção de perfis com bons valores de coeficientes, como os de sustentação de arrasto, e a segurança que outros valores geométricos próximos não alcançariam resultados melhores.

Assim é esperado que o projetista queira automatizar esse processo de seleção de perfis, visando a redução do tempo de processo, aumento de possibilidades de resultados nas análises aumentando assim a probabilidade de encontrar um perfil com bons resultados, entre outros.

De acordo com Martínez & Santos (1995), a otimização consiste em encontrar os mínimos e máximos de uma função de várias variáveis, com valores dentro de uma determinada região do espaço multi-dimensional, ou seja, encontrar uma maneira de fazer com que processos fiquem mais rápidos ou mais lentos, a partir de observações feitas nesse processo.

Em relação a Medeiros (2016), otimização de processos pode ser conceituado como um conjunto de ações que busca reduzir ou eliminar gastos desnecessários, sejam materiais, equipamentos ou recursos humanos. Podemos então dizer que é totalmente necessário a redução do tempo de um processo visando a redução de esforços humanos.

Esse perfil aerodinâmico pode ser gerado a partir de equações que retornam coordenadas de pontos (Figura 2) que moldam o perfil e os coeficientes aerodinâmicos podem ser extraídos a partir de análise em um software de fluidodinâmica computacional (CFD), sendo fluidodinâmica computacional de acordo com o Blog ESSS (2016) a área do conhecimento que trata da simulação numérica de escoamentos de fluidos, transferências de calor, entre outros.

Figura 2. Coordenadas utilizadas para obtenção de perfil

```

NACA 0.070000 0.230000 0.200500 - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
NACA 0.070000 0.230000 0.200500
1.000000 -0.000000
0.999709 0.000128
0.998835 0.000512
0.997379 0.001151
0.995343 0.002041
0.992729 0.003181
0.989539 0.004566
0.985775 0.006191
Ln 1, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8

```

Podemos então, a partir de uma metodologia simples, otimizar esse processo de criação de perfis, análise em CFD e amostragem, ou seja, a seleção de perfis, para que a escolha seja mais consciente, eficiente e eficaz.

MATERIAL E MÉTODOS

O método do projeto/área de perfil utilizado foi uma evolução dos processos manuais feitos anos anteriores. Pois neste trabalho o objetivo foi otimizar todo o processo de análise de um perfil aerodinâmico, assim melhorando o desenvolvimento deles. Esse método é totalmente aceito, como mostra em (Annas El & Yasser Há, 2019), (Kurcewicz, 2017) e (A. Souza, 2011).

O método usado é tido a partir de softwares. De uma forma geral, o projetista insere dados de entrada e o programa cria e analisa o perfil de acordo com alguns critérios. Esse perfil é salvo em um Banco de Dados, em seguida é selecionado o melhor ou os melhores perfis que mais correspondem aos requisitos inseridos.

Para analisar o perfil foi utilizado o software de licença livre, XFOIL, um programa interativo para o design e análise de aerofólios subsônicos isolados. Consiste em uma coleção de rotinas orientada por menus que executam funções, como análise viscosa (Drela, 2001). O uso é feito através do prompt de comando, o software utiliza o método de painéis para calcular o fluxo potencial ao redor de um perfil, também é possível conseguir a distribuição de velocidade e a pressão ao longo de um formato geométrico e com isso os principais coeficientes aerodinâmicos e suas polares, armazenando os resultados como gráficos e em formato de texto tabular. Além dos perfis NACA já estarem embutidos. A partir dessa análise é obtido um perfil, segundo dados confirmados pelo (Drela, 1989).

Para elaboração de um arquivo com os perfis já analisados (Drela, 2001), foi criado um Banco de Dados, feito em Python, uma linguagem de programação que permite trabalhar rapidamente, integrar sistemas de forma mais eficaz e mais liberdade na hora de programar. Através do Python, otimizamos o processo de análise no XFOIL (Tiftikci, 2010).

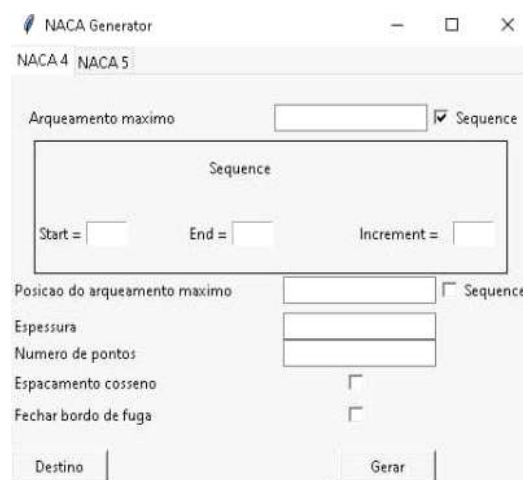
Para a geração automática, há uma comunicação entre o python e o XFOIL através do módulo subprocess, que permite abrir e gerar novos processos de entrada / saída / erro e obter seus códigos de retorno. Os comandos gerenciados são os mesmo do XFOIL (Drela, 2001).

O procedimento dá-se da seguinte forma, inicialmente o programa abre um arquivo de texto, onde contém os parâmetros de perfil passado do XFOIL (Drela, 2001). Em seguida, chama e executa o XFOIL. Assim inicia a interação, e para cada perfil em análise, é usado o mesmo parâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a geração de perfis aerodinâmicos do tipo NACA - 4 dígitos foi feito um software (Figura 3) que gera as coordenadas dos pontos que moldam o perfil por meio de valores retornados de funções retiradas do artigo NASA Technical Memorandum 4741 (Acquilla et al., 1996), assim podemos gerar quantos perfis quisermos no formato suportado pelo XFOIL.

Figura 3. Interface utilizada para geração de aerofólios



Para um efeito mais visível, foram gerados 280 mil perfis que foram analisados e ranqueados de acordo com os valores de seus coeficientes de sustentação que foi salvo em um arquivo de texto (Figura 4).

Figura 4. Ranqueamento dos perfis aerodinâmicos de acordo com seus respectivos coeficientes de sustentação

Nº	Nome do perfil	Arqueamento Max	Posicao Arqueamento Max	Espessura Máxima	CLmax	Alpha CLmax	CD em CLmax
1	Naca 4418	4%	40%	18%	1.5315	15.00	0.04816
2	Naca 4415	4%	40%	15%	1.4697	15.50	0.04399
3	Naca 2412	2%	40%	12%	1.4070	15.25	0.04981
4	Naca 2415	2%	40%	15%	1.3977	15.25	0.07539
5	Naca 2421	2%	40%	21%	1.3939	16.50	0.05703
6	Naca 2410	2%	40%	10%	1.3646	14.50	0.04913
7	Naca 1412	1%	40%	12%	1.3221	15.50	0.05268
8	Naca 1410	1%	40%	10%	1.2838	13.00	0.05439
9	Naca 2400	2%	40%	00%	1.2247	11.25	0.04088

Através do método utilizado podemos fazer uma comparação com a metodologia antes empregada que basicamente era composta por escolher alguns perfis mais utilizados na indústria e fazer interpolações entre eles visando um perfil resultante melhor, como o processo era feito manualmente e com certa de 10 perfis pode-se observar que aumentamos consideravelmente a possibilidade de resultados e reduzimos os esforços humanos em um projeto aerodinâmico.

Assim fazendo uma amostragem do melhores perfis somente a ultima fase do processo teria a presença humana que seria a escolha do melhor perfil que teria um baixo custo e facilidade de construção para que assim seja feita confecção da aeronave da forma mais eficiente possível.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados e através da metodologia e dos softwares utilizados quando aplicadas a perfis NACA, altamente difundidos e utilizados na indústria e em competições SAE Brasil Aerodesign, conclui-se que para futuros projetos de aeronaves destinadas a competição, a seleção do perfil a ser utilizado deve seguir a metodologia exposta, pois a partir da mesma é possível atingir melhores desempenhos de voo, considerando todo o estudo e projeto aerodinâmico.

REFERÊNCIAS

- Annas EL HOUD & Yasser HALLOU., 2019. Optimization Study of NACA Airfoil using Nonlinear Programming Genetic Algorithms. s.l.:Morocco.
- A Souza Iago. Estudo experimental de um novo perfil aerodinâmico voltado para a competição SAE Brasil Aerodesign. s.l.: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará, 2011.
- A complete user manual for XFOIL. 2001. Disponível em:
http://web.mit.edu/drela/Public/web/xfoil/xfoil_doc.txt. Acesso em: 24 de março de 2020.
- Blog ESSS, "Fluidodinâmica Computacional: o que é ?", 2016.
- CHARLES L. LADSON, CUYLER W. BROOKS, JR., ACQUILLA S. HILL LANGLEY RESEACH CENTER. Computer Program To Obtain Ordinates For NACA Airfoils, NASA, 1996.
- DRELA, M. XFOIL: An Analysis and Design System for low Reynolds Number Airfoils. Low Reynolds Number Aerodynamics. USA: [s.n.], 1989.
- KURCEWICZ, F. C., 2017. Otimização de perfil aerodinâmico para aeronaves de competição SAE Aerodesign por algoritmo evolutivo. s.l.:Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MARTÍNEZ, J. M.; SANTOS, S. A. Métodos computacionais de otimização, 1995.
- MEDEIROS, M. Otimização de processos: o que a empresa ganha com essa prática, 2016.

MIRANDA, Luiz. Fundamentos da Engenharia Aeronáutica com Aplicações ao Projeto SAE-AeroDesign: Aerodinâmica e Desempenho, 1ª edição, 2014.

TIFTICKI HAKAN. 2010. XFOIL automatizado via Python. Disponível em:
<http://hakantifticki.wordpress>. Acesso em: 24 de março de 2020.