

**PROJETANDO UM NOVO PERFIL AERODINÂMICO PARA A COMPETIÇÃO
SAE BRASIL AERODESIGN**

**DESIGNING A NEW AERODYNAMIC PROFILE FOR THE SAE BRASIL
AERODESIGN COMPETITION**

Pedro Gabriel Nunes Magalhães Barbosa, pedrobarbosa.1353@saojudas.br

Dr^a Bruna Niccoli Ramirez, bruna.ramirez@saojudas.br

Dr Anderson Figueiredo da Costa, anderson.costa@saojudas.br

RESUMO

A aerodinâmica é uma ciência que faz parte da física, e com o surgimento do primeiro avião se tornou cada vez mais aprofundada e uma área totalmente nova. Seu estudo influenciou desde a projeção do Antonov An-225, que era a maior aeronave de asa fixa do mundo antes da Guerra na Ucrânia, até a projeção de aeromodelos para a competição SAE Brasil Aerodesign. O trabalho mostra o estudo e a projeção de um novo perfil aerodinâmico para o projeto de extensão da USJT, a Equipe Ozires USJT Aerodesign. Este novo perfil surge como uma alternativa otimizada de dois perfis tradicionais do projeto, o E423 e S1223, oferecendo propriedades superiores principalmente em seu coeficiente de sustentação e rendimento.

PALAVRAS-CHAVE:

Aerodinâmica, Aerofólio, SAE Brasil Aerodesign.

ABSTRACT

Aerodynamics is a science that is part of physics, and with the appearance of the first airplane it became more and more profound and a whole new area. His study influenced everything from the design of the Antonov An-225, which was the largest fixed-wing aircraft in the world before the War in Ukraine, to the design of model airplanes for the SAE Brasil Aerodesign competition. The work shows the study and design of a new aerodynamic profile for the USJT extension project, Equipe Ozires USJT Aerodesign. This new profile appears as an optimized alternative to two traditional profiles of the project, the E423 and S1223, offering superior properties mainly in its coefficient of support and performance.

KEYWORDS:

Aerodynamics, Airfolio, SAE Brasil Aerodesign.

INTRODUÇÃO:

A aerodinâmica é uma ciência que faz parte da física, e com o surgimento do primeiro avião se tornou cada vez mais aprofundada até originar uma área totalmente nova. O principal objetivo da aerodinâmica é estudar a interação do ar com a aeronave, em outras palavras, ela estuda o movimento dos fluidos nos corpos sólidos e a interação dos sólidos nos fluidos, em especial o oxigênio (ANDERSON, 2001). É muito importante saber os conceitos básicos desta área na hora de se determinar a geometria de uma asa.

As asas são os componentes fundamentais que suportam o avião durante seu voo. Para as asas, existem numerosos projetos, tamanhos, posições e formas usadas pelos vários fabricantes. Cada modelo é produzido para atender as necessidades do projeto. As asas podem ser classificadas quanto a sua fixação na fuselagem em alta, média ou baixa. O número de asas também pode variar em monoplanos e biplanos (RODRIGUES, 2014). Antes de se determinar a geometria das asas, é importante escolher o perfil de asa correto para atender aos requisitos mínimos de sustentação e arrasto, por exemplo.

Um perfil aerodinâmico é uma superfície projetada com a finalidade de se obter uma reação aerodinâmica a partir do escoamento do fluido, no caso o ar, ao seu redor. Os termos aerofólio, perfil aerodinâmico ou perfil de asa são empregados como nomenclatura dessa superfície (RODRIGUES, 2014). Imagine que uma empresa fabricante de aviões corte uma asa verticalmente, observando a asa pela vista do corte poderá se enxergar as nervuras, que são estruturas internas de uma asa, nelas ficam evidentes o formato do perfil da asa.

Da mesma forma que a Boeing e a Embraer escolhem um perfil de asa para seus projetos, com a Equipe Ozires USJT Aerodesign, mesmo que em uma escala bem menor, também necessita de um perfil aerodinâmico para construir seu aeromodelo visando a competição da SAE Brasil Aerodesign.

A Equipe Ozires é um projeto de extensão ofertado pela Universidade São Judas Tadeu onde os alunos projetam e constroem um aeromodelo, aprendendo conceitos fundamentais da Engenharia Aeronáutica, aprendendo a trabalhar em equipe e enfrentando problemas reais da indústria aeronáutica.

Neste artigo, será documentado todo o processo feito para confecção e escolha do perfil que a Equipe Ozires chamou de Eppler 50 USJT e utilizou em seu aeromodelo no ano de 2022.

MÉTODOS:

Pensando em construir uma asa para o primeiro aeromodelo da Equipe Ozires USJT Aerodesign, foi analisado quais os perfis mais utilizados entre as equipes com tradição na competição. Depois de uma análise de coeficientes como de sustentação, arrasto e eficiência no banco de dados Airfoil Tools, foi escolhido dois dos perfis mais tradicionais da SAE Brasil Aerodesign, o S1223 e o E423.

O S1223(FIGURA 1) foi um perfil que chamou muito a atenção da equipe pelo alto coeficiente de sustentação. Porém, em pesquisas houve relatos de outras equipes foi constatado que a complexidade para a construção do mesmo tornava inviável para um aeromodelo (SANTOS, PATRICIO, MAIA,2018).

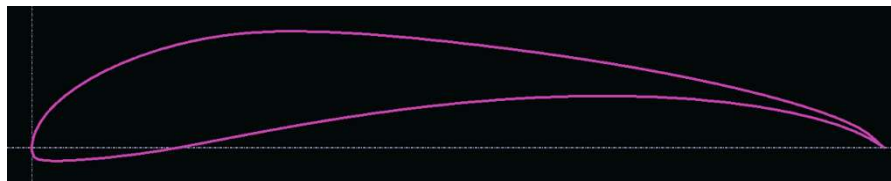


Figura 1 - Perfil S1223, Fonte: Imagem do autor

Uma observação, durante o estágio inicial de projeção do aeromodelo, a Equipe Ozires sempre procurou pelas melhores configurações buscando o melhor aeromodelo possível. Entretanto, nem sempre o melhor tipo de asa ou o melhor motor seria viável para o projeto. Na engenharia a viabilidade é um tópico que deve sempre ser levado em conta, afinal, um projeto só é um sucesso se existir a possibilidade de ele sair do papel.

O perfil S1223 possui um bordo de fuga muito fino, normalmente em projetos acadêmicos de aerodesign se utiliza a madeira de balsa, material muito leve, com uma resistência e de custo baixo. Porém, ao se cortar uma chapa deste material a possibilidade de o bordo de fuga quebrar é gigantesca.

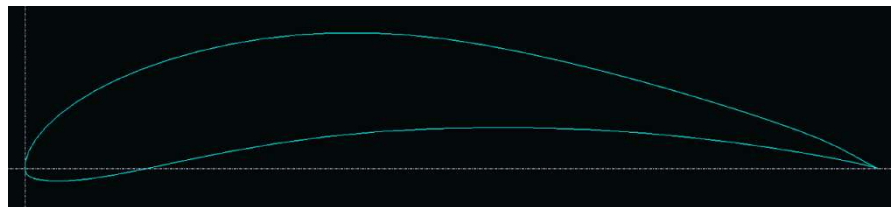


Figura 2 - Perfil E423, Fonte: Imagem do autor

O perfil E423 (FIGURA 2) é também uma boa configuração, com o bordo de fuga muito mais viável de se construir, perfil que já foi até cogitado pela geração anterior da Equipe Ozires para ser o utilizado no aeromodelo. Mesmo assim, o grupo de Aerodinâmica da equipe atual não queria abdicar do coeficiente de sustentação que o perfil S1223 apresentava.

Em pesquisas iniciais nos foi apresentado o software de código aberto chamado XFLR-5, um programa de simulação muito leve e que podia nos oferecer análises preliminares para evoluirmos no projeto. Além de fornecer análises de perfis e da geometria da asa, neste o software também há a função "interpolate foils" (FIGURA 3), que fornece a opção de misturar perfis de asa.

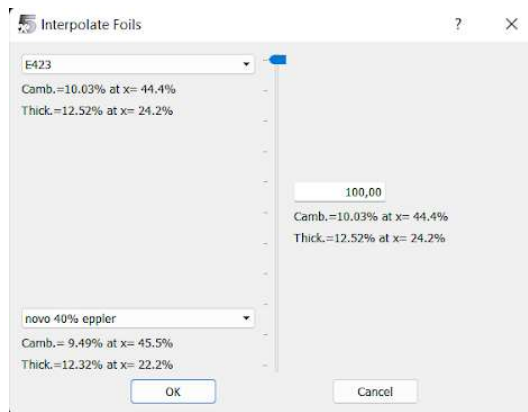


Figura 3 - Print de XFLR-5, Fonte: Imagem do autor

Então se teve a ideia de fundir os perfis S1223 e E423, com o objetivo de aumentar o bordo de fuga do S1223 sem perder o seu coeficiente de sustentação. Abaixo (FIGURA 4) pode-se analisar com firmeza a diferença entre o bordo de fuga dos dois perfis.

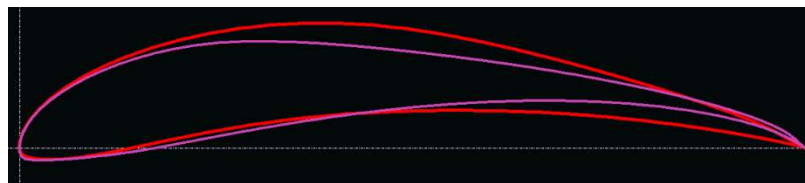


Figura 4 - Diferença entre perfis, Fonte: Imagem do autor

Com isso em mente, foram criadas 5 variações (FIGURA 5), todas usando o perfil S1223 como base e interpolando o E423. Assim, nasceram 5 novos perfis, todos com uma variação de 5% na mistura entre o E423 e o S1223.

Para se entender melhor a ilustração abaixo (FIGURA 5), será usado o perfil Eppler 40% como exemplo, um dos novos perfis criados. Este nome se origina da ideia de que o perfil Selig-1223 possui 40% de Eppler-423 em sua composição. Ou seja, o perfil Eppler 50% é um Selig-1223 que possui 50% do Eppler-423 em sua composição e assim por diante.

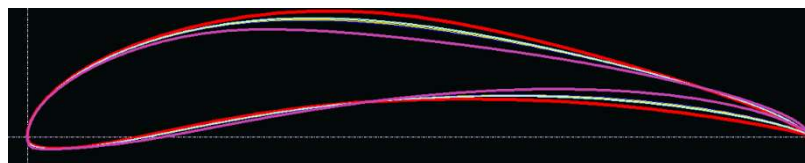


Figura 5 - Perfis criados juntos, Fonte: Imagem do autor

Assim com 5 novos perfis em mãos, foram feitas análises dentro do XFLR-5, usando o Número de Reynolds, $2,3 \times 10^5$ baseados nas condições e características apresentadas no local da competição, São José dos Campos-SP (SANTOS, PATRICIO, MAIA, 2018). Além disso, foi utilizada a velocidade de 12 m/s, uma estimativa da velocidade em que o aeromodelo estará em sua decolagem.

Foram escolhidos três principais parâmetros para análise e escolha do perfil: coeficiente de sustentação x coeficiente de arrasto ($C_l \times C_d$), coeficiente de sustentação x ângulo Alpha ($C_l \times \alpha$) e Coeficiente de Rendimento x ângulo Alpha ($C_l/C_d \times \alpha$). Estes dados podem ser analisados abaixo (FIGURAS 6,7,8 e 9):

E423 novo 40% eppler novo 45% eppler novo 50% eppler
novo 55% eppler novo 65% eppler s1223

Figura 6 - Legenda para gráficos 7,8 e 9

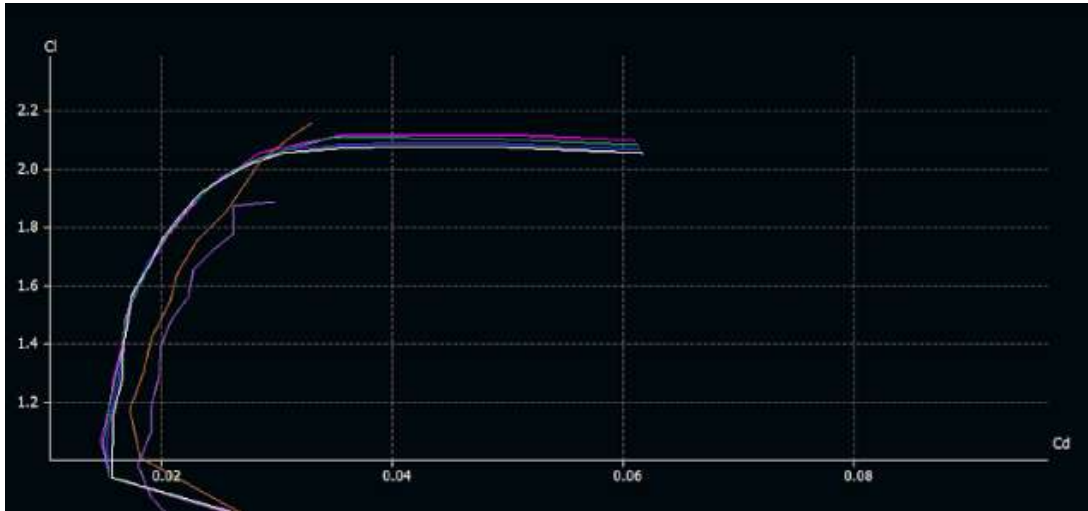


Figura 7 - Gráfico $Cl \times Cd$ com os 5 perfis criados, Fonte: Imagem do autor

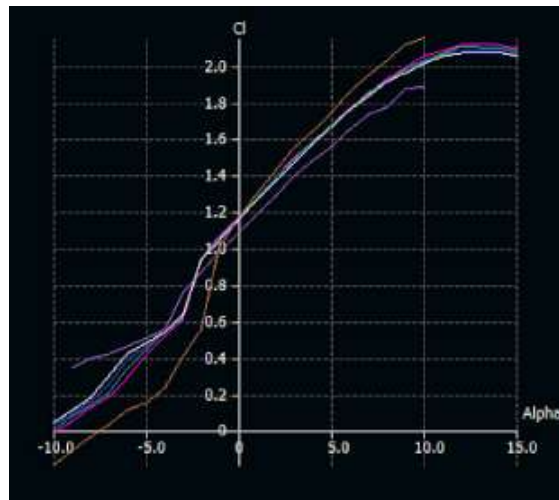


Figura 8 - Gráfico $Cl \times \alpha$ com os 5 perfis criados, Fonte: Imagem do autor

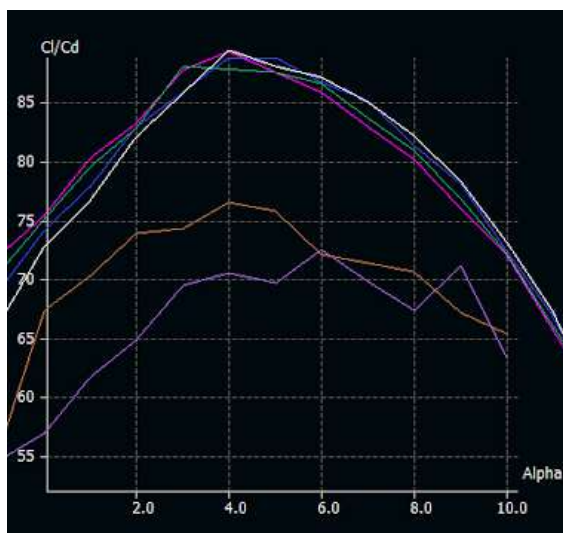


Figura 9 - Gráfico Cl/Cd versus α com os 5 perfis criados, Fonte: Imagem do autor

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Depois da análise dos resultados obtidos com o XFLR-5, constatou-se que o perfil S1223 com 50% de E423 em sua composição foi o melhor perfil feito pela Equipe Ozires, superando até os resultados dos perfis base, apresentando coeficientes de sustentação, arrasto e rendimento superiores aos outros perfis analisados. Além disso, pode se observar (FIGURA 10) que a adversidade encontrada com a espessura do bordo de fuga foi resolvida, aumentando a espessura do mesmo e prevenindo eventuais quebras. Com isso, a equipe de Aerodinâmica pôde seguir com o projeto de projetar a melhor geometria de asa possível para a SAE Brasil Aerodesign, apelidando a nova descoberta de Eppler 50 USJT.

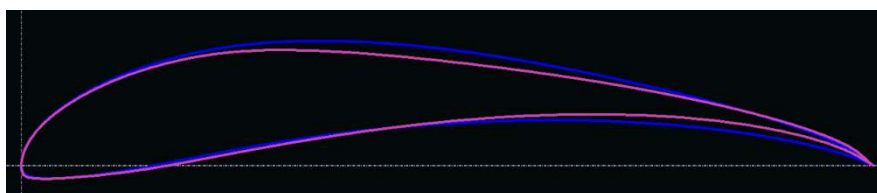


Figura 10 - Perfis Eppler 50 USJT e S1223 juntos, Fonte: Imagem do autor

CONCLUSÕES:

Através deste estudo pode-se concluir que o XFLR-5 é uma ótima ferramenta para estudo preliminar no projeto de uma asa, contribuindo para o projeto do aeromodelo da Equipe Ozires USJT Aerodesign para a competição. Além de possuir um custo operacional baixo, ele apresenta resultados próximos da realidade. A interface simples e descomplicada ajudou uma equipe sem experiência a atingir seus objetivos.

É importante ressaltar que os dados apresentados não finalizam a pesquisa, este programa não substitui uma análise CFD (Computational Fluid Dynamic) que será feita na fase detalhada do projeto. O XFLR-5 não leva em consideração a viscosidade, por exemplo. Os programas Ansys e o SimScale, que foram disponibilizados para a equipe como forma de patrocínio, irão apresentar dados mais precisos.

REFERÊNCIAS:



ANDERSON JR, John. Fundamentals of Aerodynamics 3 ed. Nova York: McGraw-Hill, 2001.
HOMA, Jorge. Aerodinâmica e Teoria de Voo: Noções Básicas. 28ª edição. ASA - Edições e Artes Gráficas Ltda. 2010.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda José. 1973 - Fundamentos da Engenharia Aeronáutica com Aplicações ao Projeto SAE-AeroDesign: Aerodinâmica e Desempenho / Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues – Salto/SP: www.engbrasil.eng.br, 2014. 320p.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda José. 1973 - Fundamentos da Engenharia Aeronáutica com Aplicações ao Projeto SAE-AeroDesign: Volume Único / Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues – Salto/SP: www.engbrasil.eng.br, 2014. 508p.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda José. 1973 - Fundamentos da Engenharia Aeronáutica / Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues. - 1. ed. - São Paulo: Cengage Learning, 2021.

SANTOS, Moisés; PATRICIO, Kenned; MAIA, Geovanna. Seleção de Perfil Aerodinâmico para uma Aeronave Rádio Controlada destinada a competição SAE Brasil Aerodesign. II Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Paraíba. p. 1-4. Novembro, 2018.

FOMENTO:

O trabalho teve a concessão de Bolsa pelo Programa PROCiência 2022/2, PROCiência 2023/1, PIBIC, PIBITI, Art. 170, Art. 171 e agências de fomento da pesquisa.