

Utilização do XFRL5 para obtenção dos coeficientes de arrasto e sustentação em perfis aerodinâmicos

Eduardo Saldanha, edu_saldanha@hotmail.com

Jhon Goulart, jvaz@unb.br

Faculdade do Gama - Universidade de Brasília (UnB).

RESUMO: O objetivo deste trabalho é o estudo dos coeficientes de sustentação, C_l , e arrasto, C_d , em um perfil NACA 0018. As simulações numéricas foram feitas utilizando o software XFOIL versão XFRL5. O ângulo de ataque foi variado de 0 a 20 graus. As análises numéricas foram feitas para os números de Reynolds de 97000, 124000 e 150000. Os resultados numéricos obtiveram boa concordância com os resultados experimentais encontrados na literatura. Contudo, o ângulo crítico foi superestimado pelo código numérico para todos os casos.

PALAVRAS-CHAVE: perfil aerodinâmico, XFRL5, coeficiente de sustentação e arrasto

ABSTRACT: By using XFOIL version XFRL5, a numerical simulation of flow over NACA 0018 was done. Simulations were performed with Reynolds numbers 97000, 124000 and 150000, whereas attack angle were ranged from 0 up to 20°. Main results showed good agreement between numerical and experimental data within pre-stall. However, all numerical simulations showed an overestimation of stall angle.

KEYWORDS: airfoil, XFRL5, lift and drag coefficient

INTRODUÇÃO

Perfis aerodinâmicos possuem vastas utilizações nas mais diversas áreas da engenharia. Tais estruturas são caracterizadas, principalmente, pelos seus coeficientes de sustentação, C_l , e arrasto, C_d .

Segundo Larsen et al. (2007), tal caracterização é bem estabelecida sob regime estacionário. Para ângulos de ataque, α , pequenos a força de sustentação, F_l , é uma função aproximadamente linear deste parâmetro. O conhecimento do ângulo crítico (*stall*) da asa de uma aeronave é crucial para um voo seguro. Isso visto porque o ângulo crítico estabelece uma acentuada queda do coeficiente de sustentação, C_l , e um aumento do coeficiente de arraste, C_d , por conseguinte, uma possível queda de uma aeronave.

Pesquisas experimentais normalmente têm um elevado custo financeiro. Assim, a utilização de softwares vem ganhando espaço, minorando os custos e o tempo de pesquisa com um razoável grau de confiabilidade.

O propósito deste trabalho é utilizar o software XFOIL versão XFRL5 para simulação das características hidrodinâmicas de um perfil NACA 0018. Para tanto foram avaliados os coeficientes de sustentação e arrasto para três diferentes números de Reynolds, 97000, 124000 e 150000. Nas simulações o ângulo de ataque variou entre 0° e 20°.

METODOLOGIA

O problema consiste no conhecimento dos coeficientes hidrodinâmicos de um perfil NACA 0018, submetido a um escoamento uniforme, U_∞ . O número de Reynolds é baseado no tamanho da corda do perfil, C , e na viscosidade dinâmica do fluido de trabalho, μ , Eq. (1). As simulações utilizando software XFOIL, versão XFRL5, foram feitas para três números de Reynolds, 97000, 124000 e 150000, conforme a Eq.(1). O fluido de trabalho é o ar.

$$Re = \frac{\rho U_\infty C}{\mu} \quad (1)$$

Figura 1 mostra um desenho esquemático da descrição do problema.

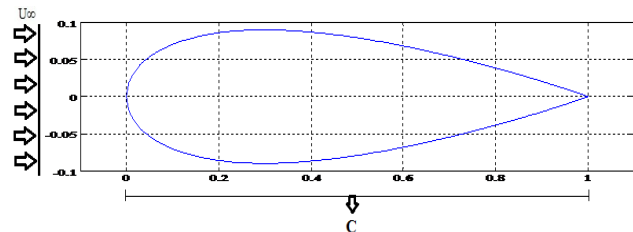


Figura 1. Perfil NACA 0018

O perfil NACA 0018 é simétrico com espessura máxima de 18% do tamanho da corda. A espessura do perfil é determinada como uma função da posição ao longo da corda, x , o tamanho da corda, C , e a sua espessura máxima, t . A espessura y é calculada pela Eq.(2) abaixo.

$$y(x) = \frac{t}{0,2} C \left[0,2969 \sqrt{\frac{x}{C}} - 0,1260 \left(\frac{x}{C}\right) - 0,3537 \left(\frac{x}{C}\right)^2 + 0,2843 \left(\frac{x}{C}\right)^3 - 0,1036 \left(\frac{x}{C}\right)^4 \right] \quad (2)$$

RESULTADOS

As Figuras de 2 a 7 apresentam os gráficos dos coeficientes de sustentação e arrasto para o perfil NACA 0018, como uma função do ângulo de ataque, α . As forças de sustentação e arrasto, F_l e F_d , respectivamente, foram adimensionalizadas pela pressão dinâmica, como segue: $C_l = 2F_l / (\rho U_\infty^2 A)$ e $C_d = 2F_d / (\rho U_\infty^2 A)$.

Os resultados numéricos foram comparados com os dados experimentais de Oliveira (2011). O autor utilizou um túnel de água para obtenção de seus resultados experimentais.

De maneira geral os resultados numéricos dos coeficientes de sustentação e arrasto são similares aqueles obtidos experimentalmente por Oliveira (2011). As simulações numéricas se comportaram de forma a ficarem dentro do intervalo de incertezas até o ângulo crítico experimental (*stall*). Os resultados experimentais de Oliveira (2011) evidenciaram o ângulo de *stall* entre 10° e 12°. Em todas as simulações o código numérico superestimou o ângulo crítico de ataque, 14° ou 16°. Contudo, para o maior número de Reynolds houve melhor

concordância entre as curvas numéricas e experimentais de ambos os coeficientes.

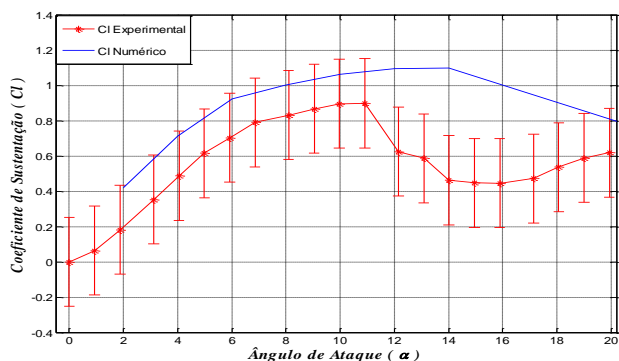


Figura 2. Coeficientes de sustentação para NACA 0018 Reynolds 97000

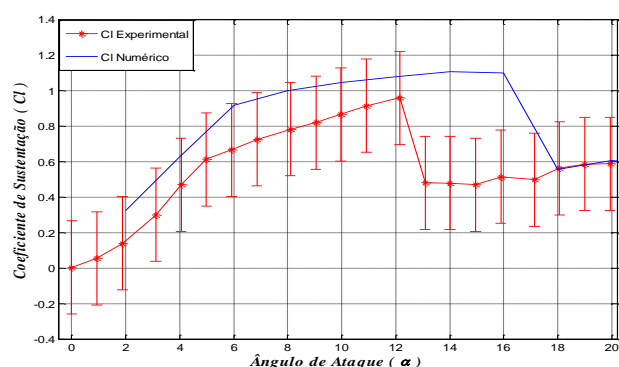


Figura 3. Coeficientes de sustentação para NACA 0018 Reynolds 124000

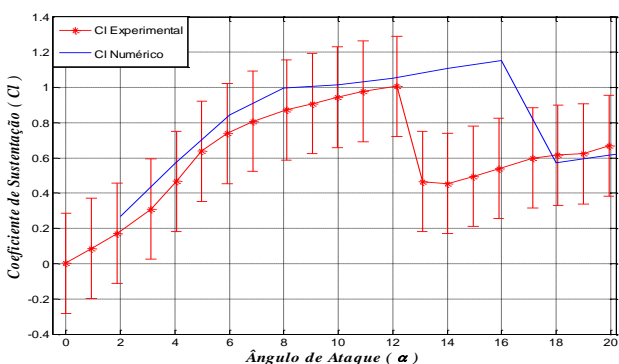


Figura 4. Coeficientes de sustentação para NACA 0018 Reynolds 150000

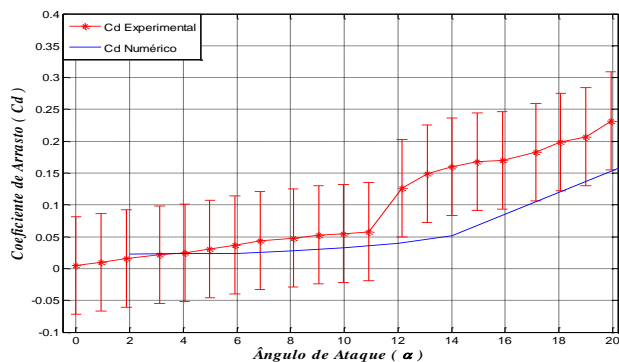


Figura 5. Coeficientes de arrasto para NACA 0018 Reynolds 97000

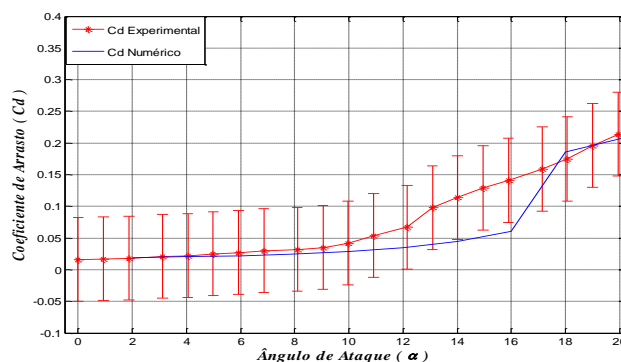


Figura 6. Coeficientes de arrasto para NACA 0018 Reynolds 124000

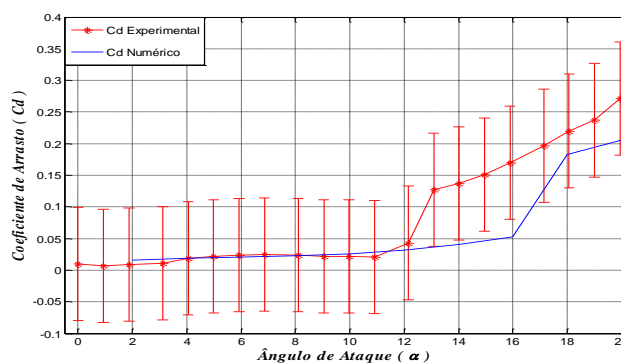


Figura 7. Coeficientes de arrasto para NACA 0018 Reynolds 150000

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o estudo numérico das características hidrodinâmicas de um perfil NACA 0018. Para tanto o código XFOIL versão XFRL5 foi utilizado. A obtenção dos valores dos coeficientes de sustentação, C_l , e arrasto, C_d , do perfil mostraram-se similares aquelas encontradas experimentalmente para valores pré-stall. Contudo, o código numérico sempre superestimou o ângulo crítico.

A divergência encontrada não pode ser somente tributada ao software. Tal diferença pode ser proveniente da influência das paredes do túnel de água utilizado pelo autor para obtenção dos dados experimentais.

REFERÊNCIAS

Larse, J. W., Nielsen, S. R. K. and Krenk, S. (2007). "Dynamic Stall Model for Wind Turbine Airfoil", Journal of Fluids and Structures, 23, pp. 959-982.

Oliveira, T. F. (2011), "Estudo Experimental do Stall Dinâmico em um Aerofólio NACA 0018" Dissertação de Mestrado, Brasília. UnB, Brasil.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contidos neste artigo.