

MODELOS PARA SIMULAÇÕES CFD

Luiz Henrique Zinn (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Nicholas Dicati Pereira da Silva (Coorientador), Júlio César Dainezi de Oliveira (Orientador). E-mail: Ra126651@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Tecnológicas, Maringá, PR.

Área e subárea: Fenômenos de Transporte-Mecânica dos Fluidos

Palavras-chave: CFD; Simulação; Modelos de Turbulência.

RESUMO

No presente estudo foi realizada uma avaliação de modelos de Turbulência para utilizar em simulações de perfis aerodinâmicos NACA. Utilizando-se do software ANSYS® Student tanto para a geração de malhas, no Mesh, quanto para as simulações no Fluent. As geometrias foram feitas no DesignModeler. A fim de encontrar o melhor modelo para utilizar, com limitações da licença, foram realizadas simulações com Reynolds na faixa de $1,06E5$ até $1,06E6$, variando o ângulo de ataque. Foram avaliados os modelos de turbulência SPALART-ALLMARAS (SA), κ - ϵ e κ - ω , e verificou-se que o modelo SA obteve os melhores resultados, contudo, necessitando de malha mais refinada. Os modelos κ - ϵ e κ - ω obtiveram bons valores. Por fim o modelo SA apresentou resultados mais próximos aos de referência e o modelo κ - ϵ é uma boa opção quando existem limitações de malha.

INTRODUÇÃO

Uma ferramenta importante que os engenheiros estão usando é a Dinâmica de Fluidos Computacional, CFD, principalmente em estudos de interações fluido-estrutura, como perfis aerodinâmicos para aviões, jatos e carros. Há um estudo (Holdahlb *et al.*, 2015) sobre a importância da construção adequada de malhas, demonstrando os efeitos de diferentes refinamentos no cálculo dos Coeficientes de Sustentação (C_L) e de Arrasto (C_D), usando SA.

No estudo de Anil Kumar *et al.* 2017, foi demonstrado que vários modelos podem ser usados para simular um perfil aerodinâmico e calcular C_L e C_D , demonstrando que cada um apresenta precisão diferente e que alguns são melhores que outros.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados softwares do ANSYS® Student, tais como:

-DesginModeler para a criação das geometrias no entorno do perfil NACA4412;

-Mesh, para a geração de malhas com as geometrias;

-Fluent para as simulações aerodinâmicas;

Para a confecção das malhas foi necessária a adequação da altura de parede (h) com o critério de altura de parede (Y^+) adequado de cada modelo. O modelo SA demanda $Y^+ < 30$, por ser totalmente dependente de Y^+ igual ao modelo $\kappa\text{-}\omega$, $1 < Y^+ < 10$, já o modelo $\kappa\text{-}\epsilon$ é o menos dependente deste critério, $30 < Y^+ < 300$. O modelo SA apresenta ótimos valores com $Y^+ < 5$.

O critério Y^+ pode ser calculado com a ferramenta Y^+ -Calculator que está disponível no google, este critério é dependente dos parâmetros de entrada da simulação.

Dentre as malhas geradas foram selecionadas as com melhores resultados para realizar uma comparação entre modelos.

Para fins de comparação, os valores de referência foram retirados do AirfoilTools, que usa o método XFOIL para simulação. Para validar esse método, (Morgado *et al.*, 2016) conduziram um estudo comparando o XFOIL e outros modelos com um experimento em túnel de vento. Em seu estudo, é demonstrado que o XFOIL apresenta excelentes valores e pode ser usado como base para comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio buscou-se uma boa confecção de malha, para tal foram utilizados os parâmetros de entrada de Simulação e o Y^+ -Calculator para determinar altura de parede (h) de cada modelo.

Como a altura de parede é menor para maiores velocidades, pois a altura da sub-camada viscosa diminui com altos Reynolds, pode-se utilizar a mesma malha para simular com uma velocidade mais baixa, ainda atendendo o critério Y^+ .

Para cada malha foram realizadas simulações variando o ângulo de ataque (α) e a velocidade de entrada (u), obtendo-se os valores de Coeficiente de Sustentação (C_L) e de Arrasto (C_D). Na Figura 1 a e b, tem-se os gráficos $C_L \times \alpha$ e $C_D \times \alpha$.

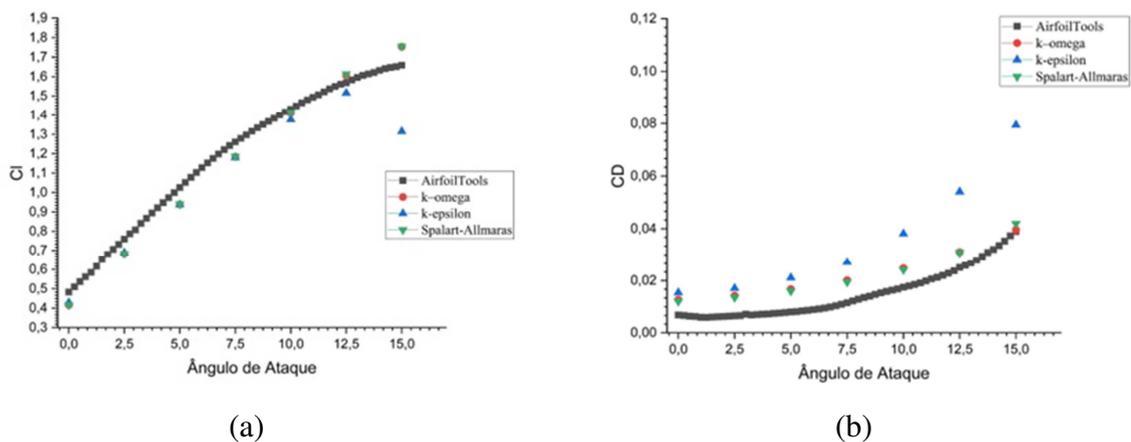


Figura 1: Gráficos de CL e CD versus ângulo de ataque para altos Reynolds.

Como evidenciado nos gráficos, os modelos SA e $\kappa\text{-}\omega$ apresentaram valores similares e próximos aos de referência, ressaltando que o modelo $\kappa\text{-}\omega$ apresentou problemas de convergência levando muito mais tempo de cálculo. Já o modelo $\kappa\text{-}\epsilon$, apesar de menos preciso, convergiu sem problemas e com uma malha mais grosseira, visto seu critério Y^+ .

CONCLUSÕES

Pode-se averiguar que os modelos SA e $\kappa\text{-}\omega$ possuem critérios de malha muito exigentes, $Y^+ \leq 10$, necessitando das malhas mais refinadas, no entanto o $\kappa\text{-}\omega$ apresentou dificuldades na convergência. Enquanto que o modelo $\kappa\text{-}\epsilon$ tem uma malha bem mais simples/grosseira e apesar de um pouco impreciso nos valores, é uma ótima opção no meio acadêmico ou quando existem limitações de malha, tais como na licença do ANSYS® Student.

O modelo SA apresentou os melhores resultados, mas com a malha mais refinada e trabalhosa na geração. O modelo $\kappa\text{-}\omega$ apesar dos bons resultados se mostrou trabalhoso demais, não sendo muito recomendado para simulações aerodinâmicas. E o modelo $\kappa\text{-}\epsilon$ pode ser empregado em simulações aerodinâmicas mais simples com facilidade, principalmente por sua malha mais simples e fácil de gerar.

AGRADECIMENTOS

Presto meus agradecimentos à Fundação Araucária pelo apoio e pelo patrocínio de uma bolsa.

REFERÊNCIAS

ANIL KUMAR, B.S.; GANGANNA, R.; MANJUNATH, S.; RAMALINGAIAH. Computational Investigation of Flow Separation over NACA 23024 Airfoil at 6 Million Free Stream Reynolds Number Using k-Epsilon Turbulence Model. **Materials Today: Proceedings**, 5 (2018) 12632–12640. Acesso em: 29 ago, 2024.

HOLDAHLB, R.; KVAMSDALA, T.; KVARVINGB, A.M.; RASHEEDB, A.; NORDANGERA, k. Simulation of airflow past a 2D NACA0015 airfoil using an isogeometric incompressible Navier–Stokes solver with the Spalart–Allmaras turbulence model. **Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.**, 290 (2015) 183–208. Acesso em: 29 ago. 2024.

MORGADO, J.; PÁSCOA, J.C.; SILVESTRE, M.A.R.; VIZINHO, R. XFOIL vs CFD performance predictions for high lift low Reynolds number airfoils. **Aerospace Science and Technology**, 52 (2016) 207–214. Acesso em: 29 ago, 2024.