



## ESTUDO COMPARATIVO DA FORÇA DE SUSTENTAÇÃO OBTIDA PELOS MÉTODOS ANALÍTICO E NUMÉRICO COM ENSAIO EM TÚNEL DE VENTO

José Filipe Trilha de Carvalho (Engenharia Mecânica) BIC/UCS  
Vagner Grison (Engenharia Mecânica)



### INTRODUÇÃO

Neste trabalho, a ferramenta *CFD* (Fluidodinâmica computacional) é empregada para comparar os resultados obtidos de forma numérica com os resultados de cálculos analíticos e de ensaio em túnel de vento.

### DESENVOLVIMENTO

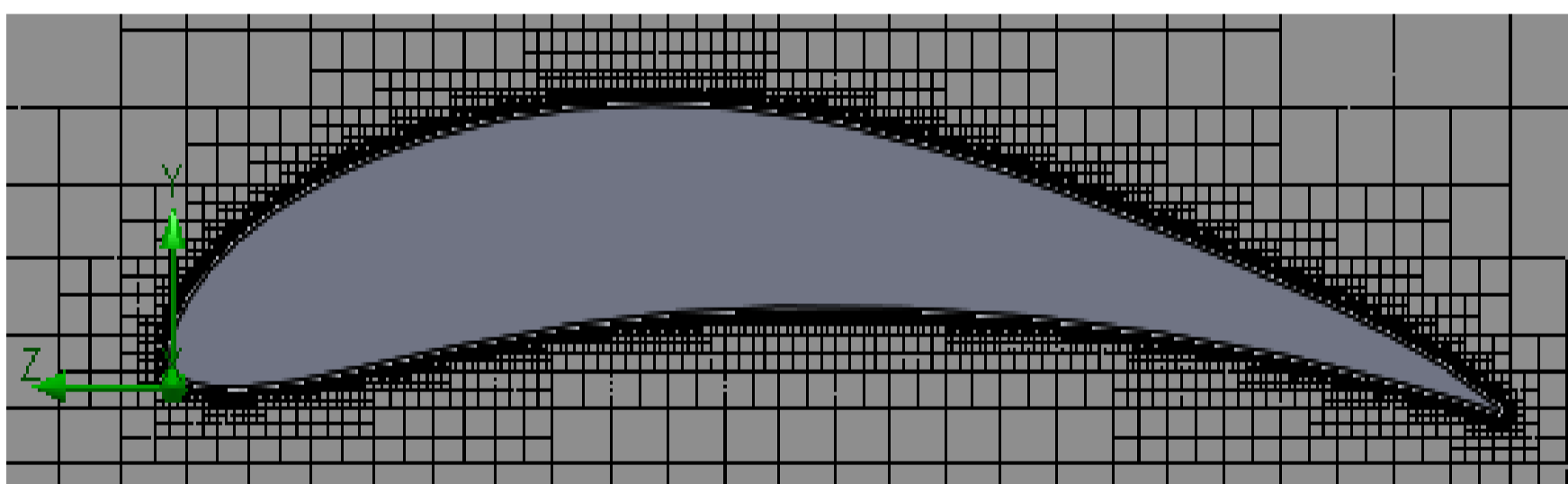
O perfil analisado é um Epler 423 aplicado ao projeto aerodesign, porém com razão de aspecto reduzida devido às limitações geométricas impostas pelo túnel de vento.

Os resultados ditos analíticos, foram obtidos a partir da equação 01 juntamente com valores de coeficiente de sustentação  $C_L$  fornecidos pelo *software* xflr5, além da velocidade do vento  $V$ , densidade do ar  $\rho$  e área em planta do aerofólio  $S$ .

$$L = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot C_L \quad (01)$$

Diversas análises numéricas foram realizadas com o *software* *CFD Flow Simulation*. Elas tiveram como variável apenas o ângulo de inclinação do perfil. Os demais parâmetros, tais como restrições e dados de entrada, mantiveram-se iguais em todas as situações analisadas, buscando a similaridade entre os métodos.

Abaixo está apresentada uma ilustração da malha.

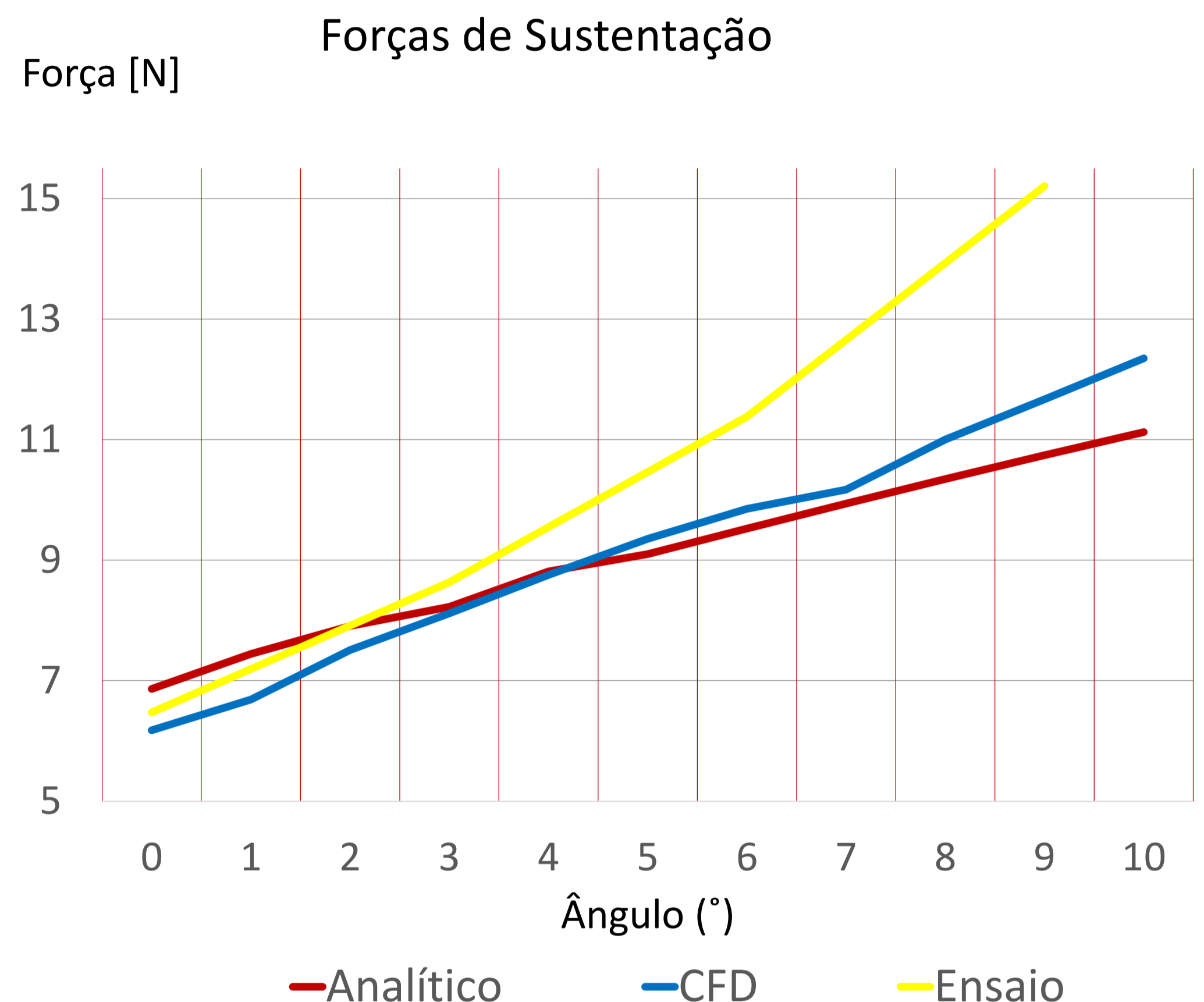


O ensaio do segmento de asa foi realizado em túnel de vento com seção hexagonal de 0,35 m de largura. O aerofólio foi posicionado de forma a gerar sustentação num plano horizontal, minimizando assim o efeito da massa do dispositivo nos resultados de força. O dispositivo de teste dispõe de um eixo que liga o aerofólio a um dinamômetro, e é sustentado por um par de guias lineares. Durante a execução, a temperatura e umidade do ar, a velocidade do vento, o ângulo de incidência e a força de sustentação foram devidamente medidos. A figura abaixo ilustra o bocal do túnel e o aerofólio em uma das posições analisadas.



### RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico abaixo apresenta os resultados de força de sustentação (N) para diferentes ângulos de incidência (graus) obtidos nos três diferentes métodos aplicados neste estudo.



Observou-se que as metodologias numérica e analítica se aproximaram, resultando numa variação média de 6% entre os resultados obtidos nos diferentes ângulos de incidência analisados. Os valores de sustentação obtidos no ensaio em túnel de vento resultaram em valores próximos aos obtidos nas análises teóricas, especialmente até o ângulo de 4°. Acima disto, houve um distanciamento progressivo entre os resultados.

### CONCLUSÃO

Comparando os métodos teóricos, observou-se que os valores de força de sustentação dos ângulos abaixo de cerca de 4° resultam em valores maiores de sustentação obtidos pelo método analítico comparativamente ao método numérico. Acima deste valor de inclinação do perfil os resultados de sustentação se invertem. Este efeito deve ser melhor investigado por meio de novas análises com diferentes perfis e alongamentos de asa.

Com relação aos resultados experimentais, destaca-se o fato de resultar em forças de sustentação maiores do que aquelas previstas nas análises teóricas. Vários motivos podem ter contribuído para gerar este resultado inesperado. Dentre eles pode-se destacar a grande restrição imposta pelo aerofólio ao fluxo do ar do túnel que tem dimensões reduzidas. Isto pode ter afetado fortemente o efeito de fluxo de ar em torno do aerofólio.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- MALISKA, C. R. *Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional*. 2ª ed. LTC Editora, 2010.
- POTTER, M.C.; SCOTT, E.P. *Ciências Térmicas - Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos e Transmissão de Calor*. Thomson, 2007.
- MUNSON, Bruce Roy; YOUNG, Donald F; OKIISHI, Theodore Hisao. *Uma introdução concisa à mecânica dos fluidos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- ÇENGEL, Y.A, CIMBALA, JOHN M. *Mecânica dos Fluidos - Fundamentos e Aplicações*. Mc Graw-Hill, 2007.
- STINTON, Darrol. *The design of the airplane*. Oxford BSP PROFESSIONAL BOOKS: London Edinburgh Boston, Melbourne Paris Berlin Vienna ,1983.