

# CC-298

## Projeto No. 4

Distribuído: 15/10/18

Entrega: 03/12/18

João L. F. Azevedo

2º Semestre/2018

O objetivo deste projeto é lhe dar a oportunidade de trabalhar com os esquemas de MacCormack. Em princípio, deseja-se que você implemente o esquema implícito de MacCormack, com separação de vetores de fluxo e solução do sistema linear resultante através de iterações do tipo Gauss-Seidel de linha simétrico, que foi apresentado em sala como a versão de 1985 dos esquemas desenvolvidos por esse autor. Entretanto, se você desejar implementar a versão mais atual dos esquemas de MacCormack, utilizando o esquema que ele denominou de  $MAF(k)$ , você tem liberdade de assim proceder.

Você deve considerar inicialmente o mesmo problema do bocal com o qual trabalhou nos Projetos No. 1 e No. 2, e usar a mesma geometria e as mesmas condições iniciais e de contorno daqueles projetos. Novamente, considere que o escoamento seja governado pelas equações de Navier-Stokes em duas dimensões, mas não se preocupe por enquanto com a questão de modelamento de turbulência. Além disso, como discutido no contexto dos Projetos Nos. 1 e 2, a sugestão aqui é também que você faça as implementações solicitadas usando inicialmente uma formulação de Euler, por simplicidade, e posteriormente adicione os termos viscosos.

Após o estudo do problema do bocal, utilize o programa desenvolvido para também analisar o problema de reflexão de uma onda de choque sobre uma parede plana, tratado no Projeto No. 3. Neste caso, use apenas uma formulação de Euler em seus cálculos. Portanto, ao desenvolver seu programa viscoso na etapa de trabalho anterior, deixe algum tipo de variável *flag* de tal forma que você possa escolher a formulação física que será utilizada, assim como suas condições de contorno pertinentes, simplesmente através de dados de entrada gerais do programa, por exemplo. Como discutido no Projeto No. 3, o estudo deste problema tenta concentrar a atenção exclusivamente na qualidade de captura de choques pelo esquema, isolando este aspecto de outros efeitos que certamente estariam presentes, por exemplo, em uma solução viscosa de um escoamento genérico.

Em ambos os casos, analise a qualidade das soluções obtidas com os esquemas de MacCormack, comparando-as com seus resultados de projeto anteriores, e analise também a eficiência e o custo computacionais destes esquemas. Compare separadamente os casos não viscosos e os casos viscosos correspondentes, de forma a poder isolar o efeito da introdução dos termos viscosos na eficiência computacional dos seus códigos. Além disto, lembre-se que a comparação de eficiência deve enfatizar tanto a razão de convergência quanto o custo por iteração. Procure fazer estudos de refinamento sistemático de malha, uma vez que este é um procedimento indispensável para se demonstrar a verificação e validação de códigos de CFD. Finalmente, procure também utilizar a oportunidade deste projeto para fazer uma comparação crítica de todos os esquemas trabalhados ao longo do curso, enfatizando vantagens e desvantagens destes esquemas.