



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA



Trabalho 2- Mecânica dos Fluidos Computacional - Parte 2

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional

Autor: Rodrigo Perobeli Silva Costa
Professor: Iury Higor Aguiar da Igreja

Juiz de Fora, 28 de Agosto de 2020

Conteúdo

| | | |
|----------|---------------------------------|----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 2 | Exercício 1 | 2 |
| 2.1 | Validação do programa | 2 |
| 3 | Exercício 2 | 3 |
| 3.1 | Reynolds 1000 | 3 |
| 3.2 | Reynolds 1500 | 4 |
| 3.3 | Reynolds 500 | 4 |
| 4 | Conclusão | 5 |

1 Introdução

O presente relatório é um método de avaliação para a disciplina Mecânica dos Fluidos Computacional, do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional (PPGMC) da UFJF. O trabalho consiste em 2 etapas:

- Considerar o problema da cavidade e usar o método ADI para resolvê-lo, validando-o com os dados de *Ghia et al.* Para $Re = 1000$.
- Plotar para diferentes Reynolds os resultados da função corrente e vorticidade.

2 Exercício 1

2.1 Validação do programa

Para validar o programa, foi escolhida uma malha 32×32 elementos devido a maior agilidade para alterações de código e $Re = 1000$ e $dt = h^2/10$. Uma vez finalizado, os resultados obtidos foram:

- $\Psi_{max} = 0.0699$ contra $\Psi_{Ghia} = 0.069855$;

e as figuras 1 e 2:

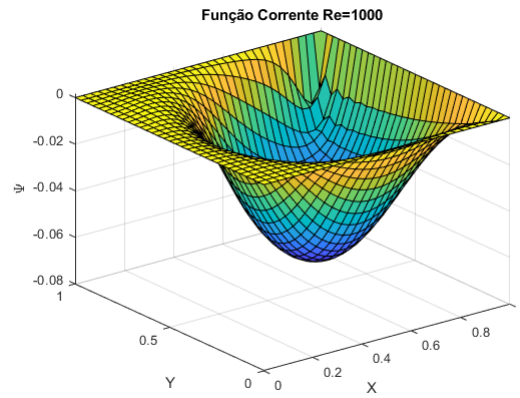


Figura 1: Função Corrente.

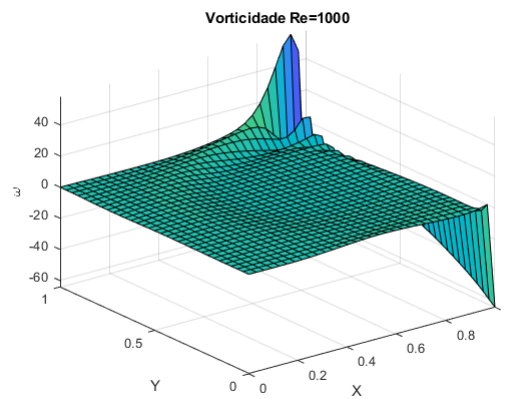


Figura 2: Vorticidade.

A figura 2, apesar de estranha, é aceitável, pois depende-se da vorticidade para calcular a função corrente e vice-versa, logo, se a corrente convergiu

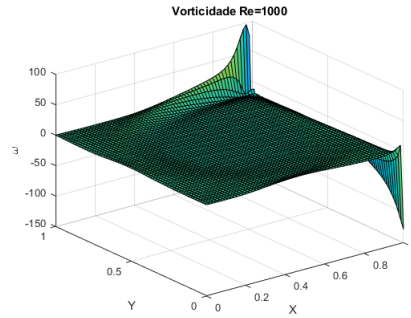
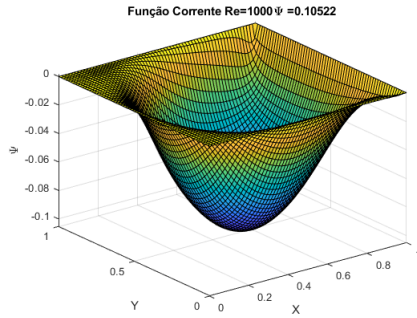
para valores sólidos, a vorticidade também está aceitável. Notam-se também oscilações uma vez que não houve utilização de upwind para tratamento de oscilações.

3 Exercício 2

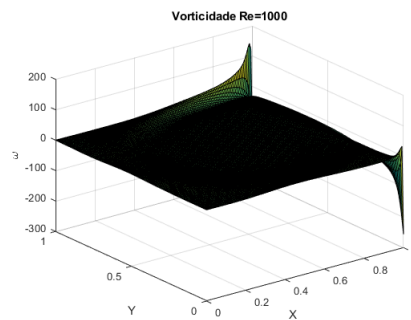
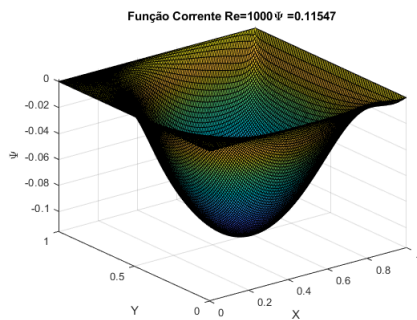
A seguir há outros plots para diferentes Reynolds e diferentes malhas

3.1 Reynolds 1000

Para os plots de $Re = 1000$ temos que os valores adquiridos para psi são muito muito próximos dos apresentados na tabelas de referência.



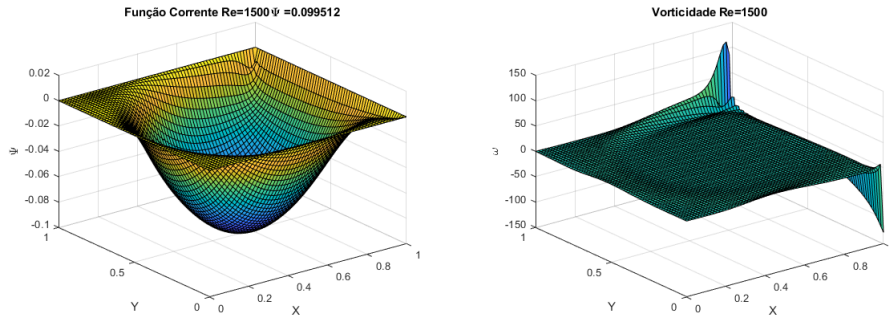
(a) Corrente para malha 64×64 e $dt = h^2/2$ (b) Vorticidade para malha 64×64 e $dt = h^2/2$



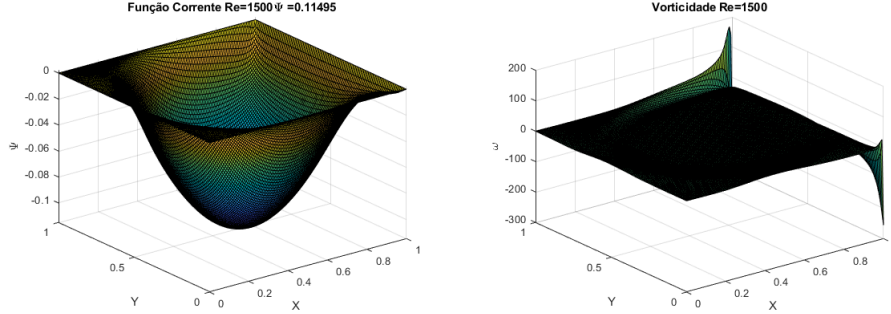
(a) Corrente para malha 128×128 e $dt = h^2/2$ (b) Vorticidade para malha 128×128 e $dt = h^2$

3.2 Reynolds 1500

Modificando o Reynolds para cima, ocorre que os efeitos viscosos diminuem, logo o fluido próximo das bordas pode se locomover melhor e deveria haver maior corrente, no entanto nota-se que o que acontece é justamente o contrário, para um Reynolds maior, o valor absoluto máximo da função corrente diminui.



(a) Corrente para malha 64x64 e $dt = h^2/10$ (b) Vorticidade para malha 64x64 e $dt = h^2/10$

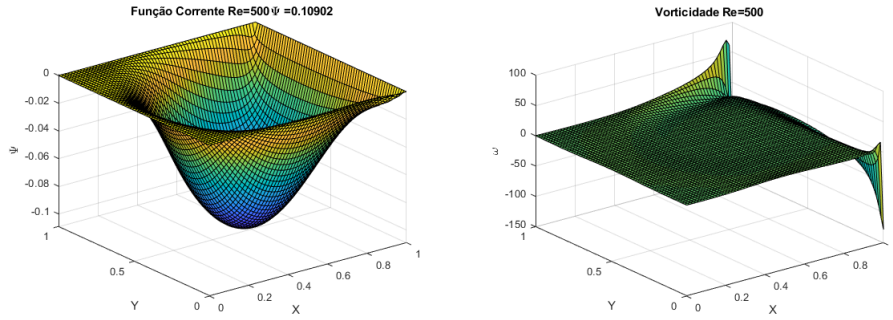


(a) Corrente para malha 128x128 e $dt = h^2/2$ (b) Vorticidade para malha 128x128 e $dt = h^2$

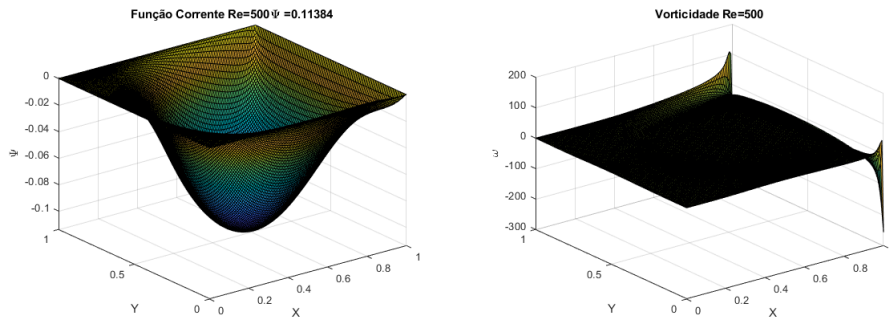
3.3 Reynolds 500

Diferentemente do anterior que aparentemente a função corrente se comportou tendo correlação com o Reynolds, para o Reynolds de 500 houve uma contradição, se o Reynolds aumentasse, então era esperado, pelo exercício anterior que a função corrente diminuísse e portanto, quando o Reynolds diminuísse, a função corrente aumentasse. Ocorre que para uma malha menos refinada, a função corrente aumenta como esperado, só que, para uma malha

mais refinada, e portanto mais confiável, o valor da corrente também diminui.



(a) Corrente para malha 64x64 e $dt = h^2/2$ (b) Vorticidade para malha 64x64 e $dt = h^2/2$



(a) Corrente para malha 128x128 e $dt = h^2/2$ (b) Vorticidade para malha 128x128 e $dt = h^2/2$

4 Conclusão

Foi fixado a malha de 128x128 e testado diferentes Reynolds para verificar a relação da função corrente, os passos temporais não foram fixados pois nem sempre há convergência. Os testes são apresentados na tabela 1, e pela figura 9, onde mostram a tendência de um valor máximo para a função corrente para reynolds de valor 1000.

| δt | Re | Ψ |
|------------|------|---------|
| $h^2/10$ | 100 | 0.10332 |
| $h^2/2$ | 500 | 0.11384 |
| $h^2/2$ | 1000 | 0.11547 |
| $h^2/10$ | 1500 | 0.11495 |
| $h^2/10$ | 2000 | 0.11376 |
| $h^2/10$ | 4000 | 0.10721 |

Tabela 1: Tabela de corrente para vários Reynolds.

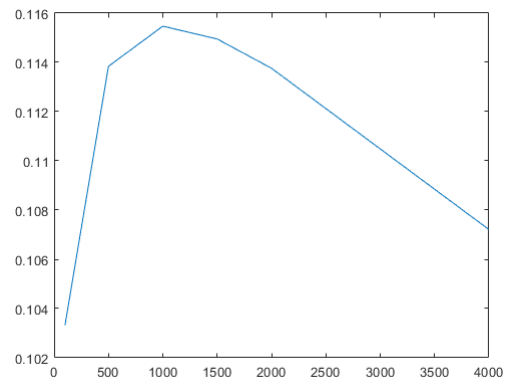


Figura 9: Gráfico referente à tabela 1