



## Disciplina: **DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I**

Código: TM-701

Créditos: 3 (45 horas)

Turma: A

Trimestre: 2006/2

Prof. Carlos Henrique Marchi

(sala 7-30/LENA-2, [marchi@demec.ufpr.br](mailto:marchi@demec.ufpr.br), fone: 3361-3126, <ftp://ftp.demec.ufpr.br/CFD>)

Site: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/Disciplinas/TM701>

### HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS

3ª e 6ª, 13:30 às 15:30 h, sala PG-Mec2, DEMEC/UFPR

### OBJETIVOS

- 1) Usar o método de volumes finitos para obter soluções numéricas de problemas de transferência de calor e de mecânica dos fluidos em geometrias simples.
- 2) Implementar e usar programas computacionais.
- 3) Estimar erros numéricos.

### EMENTA

Equações de Laplace, Poisson, Fourier, advecção-difusão, Burgers, Moody, Navier-Stokes, Reynolds, da massa e da energia para problemas hidrodinâmicos laminares e turbulentos, de convecção forçada e natural, de fluidos incompressíveis. Discretização destas equações em sistemas de coordenadas ortogonais com o método de volumes finitos. Implementação de programas computacionais para obter soluções numéricas destas equações e a estimativa de seus erros.

### PROGRAMA

1) Introdução à dinâmica dos fluidos computacional (CFD)

#### **Parte I: Difusão de calor e de quantidade de movimento linear (QML)**

- 2) Difusão de calor e de QML unidimensional (1D) permanente (p): equação (eq.) de Poisson
- 3) Estimativa de erros numéricos
- 4) Condução de calor 1D transiente (t): eq. de Fourier
- 5) Difusão de calor e QML multidimensional: eqs. de Laplace e de Poisson

#### **Parte II: Convecção de calor com velocidade prescrita**

- 6) Convecção de calor 1Dp: eq. de advecção-difusão
- 7) Convecção de calor multidimensional: eq. de advecção-difusão

#### **Parte III: Hidrodinâmica**

- 8) Escoamento 1Dp com pressão prescrita: eq. de Burgers
- 9) Escoamento 1Dp: eq. da massa e de Moody
- 10) Escoamento 2Dp com pressão prescrita: eq. de Navier-Stokes
- 11) Escoamento 2Dp: eq. da massa e de Navier-Stokes

#### **Parte IV: Convecção de calor e turbulência**

- 12) Convecção de calor forçada e natural
- 13) Escoamento turbulento (eq. Reynolds: modelo  $k-\epsilon$ )

### METODOLOGIA

- Aulas teóricas
- Discussões sobre teoria, exercícios e leituras complementares
- Realização de exercícios dedutivos
- Implementação e uso de programas computacionais

### AVALIAÇÃO

O conceito da disciplina será constituído por:

- 20% = listas de exercícios envolvendo leituras, deduções e uso de programas computacionais;
- 30% = trabalhos computacionais envolvendo a implementação de programas; e
- 50% = 2 provas sem consulta.

### BIBLIOGRAFIA

1. Ferziger, J. H., Peric, M., 2001, *Computational Methods for Fluid Dynamics*, 3 ed., Berlin: Springer.
2. Maliska, C. R., 2004, *Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional*, 2 ed., Rio de Janeiro: LTC.
3. Versteeg, H. K., Malalasekera, W., 1995, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method*, England: Longman.
4. Tannehill, J. C., Anderson, D. A., Pletcher, R. H., 1997, *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, 2 ed., Washington: Taylor & Francis.
5. Fortuna, A. O., 2000, *Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos*, São Paulo: EDUSP.
6. Patankar, S. V., 1980, *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*, New York: Hemisphere.
7. Hirsch, C., 1988, *Numerical Computation of Internal and External Flows*, 2 vol., Chichester: Wiley.
8. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., 1998, *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*. 4 ed., Rio de Janeiro: LTC.
9. Fox, R. W., McDonald, A. T., 1995, *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, 4 ed., Rio de Janeiro: LTC.
10. Kreyszig, E., 1999, *Advanced Engineering Mathematics*, 8 ed., New York: Wiley.
11. Marchi, C. H., Schneider, F. A., 2004, *Introdução à Mecânica Computacional*, Curitiba: UFPR. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/Disciplinas/Tm797/apostila/>
12. <http://www.cfd-online.com/>
13. Marchi, C. H., 2005, *Programação básica e avançada em FORTRAN 95*. Curitiba: UFPR. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/Disciplinas/Tm784/>

### OBSERVAÇÃO

Para cursar esta disciplina supõe-se que o aluno conheça pelo menos uma linguagem de programação, preferencialmente FORTRAN 90 ou 95.