



Disciplina: **DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I (CFD1)**

Código: TM-701 Carga horária: 45 horas (3 créditos) Turma: A Trimestre: 2010/2

Prof. C. H. Marchi

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

Internet: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM701>

DIA, HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS

4ª e 6ª 13:30-15:30 h, sala PG-Mec2, DEMEC/UFPR

OBJETIVOS

- 1) Aprender a usar o método de volumes finitos para resolver numericamente problemas básicos de transferência de calor e de mecânica dos fluidos em geometrias simples.
- 2) Implementar e usar programas computacionais.
- 3) Medir e estimar erros numéricos.

EMENTA

Euações 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 e compressíveis. Discretização destas equações em sistemas de coordenadas ortogonais (cartesiano, cilíndrico, esférico) com o método de volumes finitos e malhas uniformes e não-uniformes. Implementação de programas computacionais para resolver numericamente estas equações. Verificação e validação de soluções numéricas.

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 unidimensionais (1D) permanente (p): equação (eq.) de Poisson
- 3) Verificação e validação de soluções numéricas
- 4) Condução de calor 1D transiente (t): eq. de Fourier
- 5) Difusão de calor e QML bidimensionais (2D): eqs. de Laplace e de Poisson

Parte II: Convecção de calor com velocidade prescrita (equação de advecção-difusão)

- 6) Convecção de calor 1Dp
- 7) Convecção de calor 2Dp

Parte III: Hidrodinâmica (fluido incompressível)

- 8) Escoamento 1Dp: eq. QML (eq. de Burgers)
- 9) Escoamento 2Dp: eqs. QML (eqs. de Burgers)
- 10) Escoamento 1Dp: eqs. da massa e QML (probl. de Moody)
- 11) Escoamento 2Dp: eqs. da massa e de Navier-Stokes

Parte IV: Tópicos especiais

- 12) Convecção de calor forçada e natural; fluidos compressíveis; escoamentos turbulentos (eqs. Reynolds e modelo $k-\epsilon$); *multigrid*; múltiplas extrapolações de Richardson

METODOLOGIA

- Aulas teóricas
- Discussões sobre teoria, trabalhos e leituras complementares
- Uso de programas computacionais
- Implementação de programas computacionais

AVALIACÃO

O conceito de cada aluno da disciplina será constituído por:

- 30% = cerca de 10 trabalhos em equipe envolvendo a implementação de programas computacionais; e
- 70% = 2 provas individuais sem consulta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method**. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007.
- 2) MALISKA, C. R. **Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- 3) FERZIGER, J. H.; PERIC, M. **Computational methods for fluid dynamics**. 3. ed. Berlin: Springer, 2002.
- 4) PATANKAR, S. V. **Numerical heat transfer and fluid flow**. New York: Hemisphere, 1980.
- 5) <http://www.cfd-online.com/>
- 6) TANNEHILL, J. C.; ANDERSON, D. A.; PLETCHER, R. H. **Computational fluid mechanics and heat transfer**. 2. ed. Washington: Taylor & Francis, 1997.
- 7) FORTUNA, A. O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos**. São Paulo: EDUSP, 2000.
- 8) HIRSCH, C. **Numerical computation of internal and external flows**. 2. ed. Burlington, MA, USA: Butterworth-Heinemann, 2007.
- 9) KREYSZIG, E. **Advanced engineering mathematics**. 8. ed. New York: Wiley, 1999.
- 10) MARCHI, C. H. **Programação básica e avançada em FORTRAN 95**. Curitiba: UFPR, 2005. Disponível em <ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM784>
- 11) BEJAN, A. **Convection heat transfer**. 3. ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2004.
- 12) WHITE, F. M. **Viscous fluid flow**. 3. ed. Boston, USA: McGraw-Hill, 2006.
- 13) MINKOWYCZ, W. J.; SPARROW, E. M.; MURTHY, J. Y. **Handbook of numerical heat transfer**. 2. ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2006.
- 14) www.cfd-brasil.com

OBSERVAÇÃO

Para cursar esta disciplina supõe-se que o aluno conheça pelo menos uma linguagem de programação, preferencialmente FORTRAN 90, 95 ou 2003.

ATENDIMENTO EXTRA-CLASSE

O professor está à disposição dos alunos para esclarecer dúvidas, pessoalmente no LENA-2, por e-mail ou por telefone.