



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA

EMEC-7013/MNUM-7024 Dinâmica dos Fluidos Computacional II (2018/3)

Professor Luciano Kiyoshi Araki

(sala 7-30/Lena-2, lucaraki@ufpr.br, lucianoaraki@yahoo.com.br, fone: 3361-3126)

Internet: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EMEC7013>

**HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS:**

Terças e Sextas, Sala PG-MEC 02; das 16:00 às 18:00, totalizando 45 horas (3 créditos)

**OBJETIVOS DA DISCIPLINA:**

- Aprender a utilizar o método de volumes finitos para resolução de problemas básicos de transferência de calor e de mecânica dos fluidos em geometrias complexas, empregando malhas em coordenadas generalizadas e malhas não-estruturadas.
- Implementar e utilizar programas computacionais.
- Estimar erros numéricos.

**EMENTA:**

Equações de Laplace, Poisson e Navier-Stokes. Discretização destas equações em sistemas de coordenadas não-ortogonais e em malhas não-estruturadas, com o método de volumes finitos. Implementação de programas computacionais para resolver numericamente estas equações. Verificação e estimativa de erros numéricos.

**PROGRAMA**

1) Introdução: Tipos de malhas em CFD.

**Parte I: Sistema generalizado (curvilíneo) de coordenadas**

- 2) Transformação de coordenadas
- 3) Transformação das equações governantes: difusão de calor 2D, em regime permanente, com propriedades constantes (Equações de Laplace e Poisson)
- 4) Formulações usando coordenadas generalizadas: geração de malhas
- 5) Transformação das equações governantes: escoamentos 2D, em regime permanente, com propriedades constantes (Equações da massa e Navier-Stokes).
- 6) Verificação numérica em malhas não-ortogonais.

**Parte II: Malhas não-estruturadas**

- 7) Generalidades
- 8) Formulações para malhas quadrangulares/triangulares
- 9) Geração de malhas triangulares
- 10) Discretização de termos difusivos e advectivos
- 11) Discretização para volumes de controle baseados no vértice
- 12) Verificação numérica em malhas não-estruturadas

**METODOLOGIA DE ENSINO:**

- Aulas teóricas.
- Discussões sobre teoria, exercícios e leituras complementares.
- Implementação de programas computacionais

**SISTEMA DE AVALIAÇÃO:**

O conceito será constituído por:

- 50% de listas de exercícios, envolvendo leituras, deduções, uso e implementação de programas computacionais.
- 50% de duas provas, sem consulta.

**BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

- 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.; SCHNEIDER, F. A. **Introdução à mecânica computacional**. Curitiba: UFPR, 2004. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM797/apostila/>
- 11) MARCHI, C. H. **Programação básica e avançada em FORTRAN 95**. Curitiba: UFPR, 2005. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM784>
- 12) BEJAN, A. **Convection heat transfer**. 3. ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2004.
- 13) WHITE, F. M. **Viscous fluid flow**. 3. ed. Boston, USA: McGraw-Hill, 2006.
- 14) MINKOWYCZ, W. J.; SPARROW, E. M.; MURTHY, J. Y. **Handbook of numerical heat transfer**. 2 ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2006.
- 15) [www.cfd-brasil.com](http://www.cfd-brasil.com)

**OBSERVAÇÃO:**

Supõe-se que o aluno, ao cursar esta disciplina, conhece alguma linguagem de programação, preferencialmente Fortran 90, 95 ou 2003, e conhecimento básico da técnica de volumes finitos.

**ATENDIMENTO EXTRACLASSE**

Atendimento de dúvidas pessoalmente no Lena-2, por e-mail ou telefone.