



Disciplina: **VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO EM CFD**

Carga horária: 45 horas (3 créditos)

Trimestre: 2017/3

Prof. **C. H. Marchi**

(sala 7-30/LENA-2, chmcf@gmail.com, fone: 3361-3126, <http://www.cfd.ufpr.br/> e <http://www.foguete.ufpr.br/>)

Site da disciplina na internet: <http://servidor.demec.ufpr.br/disciplinas/TM777/>

DIA, HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS

4ª 8:30-10:25 h, sala PG-12 (LENA 4)

6ª 13:30-15:25 h, sala PG-12 (LENA 4)

OBJETIVOS

- 1) Medir, estimar e reduzir a magnitude dos erros inerentes aos resultados de simulações numéricas em CFD, obtidos com os métodos de diferenças finitas e volumes finitos.
- 2) Verificar códigos computacionais.
- 3) Verificar soluções numéricas.
- 4) Validar soluções numéricas.
- 5) Detectar enganos cometidos na implementação e no uso de programas computacionais.

EMENTA

Medição, estimação e redução dos erros numéricos. Aproximações numéricas e seus erros de truncamento, de iteração, de arredondamento e outros. Erros de discretização local e global, e erro de poluição. Aplicações a soluções numéricas de transferência de calor e dinâmica dos fluidos, obtidas com diferenças finitas e volumes finitos sobre malhas uniformes, não uniformes, não ortogonais, não estruturadas e multidimensionais.

PROGRAMA

- 1) Introdução
- 2) Erro de truncamento de aproximações numéricas
- 3) Estimadores para erro de discretização (Eh)
- 4) Ordens assintótica, verdadeiras, efetiva e aparente de Eh
- 5) Eh em problemas 1D e malha uniforme
- 6) Eh em problemas nD e malha uniforme
- 7) Eh em problemas 1D e nD de malhas não uniformes
- 8) Multiextrapolação de Richardson para reduzir Eh
- 9) Erro de iteração
- 10) Erro de arredondamento
- 11) Outros tipos de erro
- 12) Validação de soluções numéricas
- 13) Tópicos especiais

METODOLOGIA

- Aulas teóricas e práticas
- Discussões sobre teoria, trabalhos e leituras complementares
- Uso dos aplicativos computacionais Richardson 3.2 e 4.0, ICE, ACES e outros
- Realização de trabalhos computacionais
- Provas teóricas
- No arquivo [Aulas_VeV-CFD_2017-3.pdf](#), disponível no site da disciplina, é apresentado o plano de cada aula futura, bem como o registro de cada aula já lecionada.

AVALIAÇÃO

O conceito de cada aluno da disciplina será constituído por:

- 30% = trabalhos computacionais individuais ou em dupla; e
- 70% = 2 provas individuais sem consulta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) MARCHI, C. H. **Verificação de soluções numéricas unidimensionais em dinâmica dos fluidos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Tese de doutorado em Engenharia Mecânica.
- 2) Artigos e monografias disponíveis no site da disciplina.
- 3) ROACHE, P. J. **Fundamentals of verification and validation**. Albuquerque: Hermosa, 2009.
- 4) ASME. **Standard for verification and validation in computational fluid dynamics and heat transfer; ASME V&V 20-2009**. New York: American Society of Mechanical Engineers, 2009.
- 5) OBERKAMPF, W. L.; ROY, C. J. **Verification and validation in scientific computing**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- 6) KNUPP, P.; SALARI, K. **Verification of computer codes in computational science and engineering**. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2003.
- 7) VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method**. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007. Cap. 10.
- 8) TANNEHILL, J. C.; ANDERSON, D. A.; PLETCHER, R. H. **Computational fluid mechanics and heat transfer**. 2. ed. Washington: Taylor & Francis, 1997. Cap. 3.
- 9) MINKOWYCZ, W. J.; SPARROW, E. M.; MURTHY, J. Y. **Handbook of numerical heat transfer**. 2 ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2006. Caps. 13 e 14.
- 10) BURDEN, R. L.; FAIRES, J. D. **Análise numérica**. São Paulo: Thomson, 2003.
- 11) KREYSZIG, E. **Advanced engineering mathematics**. 8. ed. New York: Wiley, 1999.
- 12) <http://www.cfd-online.com/>

PRÉ-REQUISITO

Para cursar esta disciplina supõe-se que o aluno conheça o método de diferenças finitas e/ou volumes finitos aplicados a problemas de transferência de calor e dinâmica dos fluidos.

ATENDIMENTO EXTRA-CLASSE

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