

TMEC-051 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD), turma AD

AULAS LECIONADAS EM 2019/2

Atualizado em 21 Nov 2019 às 19:16 h

Todos os arquivos citados abaixo estão disponíveis na *internet* no endereço:

<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/>

ATENÇÃO: para não reprovar por frequência nesta disciplina, cada aluno poderá faltar no máximo 3 dias de aulas.

Interessados sobre:

- As atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa em *CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes*, da UFPR: ver no *site* da disciplina o arquivo Grupo_CFD_setembro_2016_v9.pdf e o *site* www.cfd.ufpr.br.
- **Foguetes:** ver o *site* do grupo de foguetes da UFPR em www.foguete.ufpr.br, o blog <http://fogueteufpr.blogspot.com.br/> e o Facebook em <https://www.facebook.com/gfcsufpr/>.
- **Orientação do prof. Marchi** para Iniciação Científica, Estágio, Trabalho de Conclusão de Curso e Mestrado: ver os arquivos temas_para_orientacao_prof_Marchi_julho_2018.pdf e orientacoes_em_andamento_prof_Marchi_julho-2019 no *site* da disciplina.

Aula 17: PLANO para 13 Dez 2019

Objetivo: exame final para alunos indicados no arquivo NOTAS_CFD_2019-2_em_2019-12-**.pdf

CHAMADA: AVISO_EXAME_FINAL_CFD_2019-2.pdf

Aula 16: PLANO para 6 Dez 2019

Objetivo: prova de 2ª chamada para alunos com pedido deferido pelo prof.

ATENÇÃO: esta aula será apenas para os alunos que tiverem seus pedidos de 2ª chamada deferidos, conforme o arquivo AVISO_SEGUNDA_CHAMADA_CFD_2019-2.pdf

Caso não exista o arquivo, significa que não há pedidos de 2ª chamada que foram deferidos.

Aula 15: PLANO para 29 Nov 2019

Objetivo: PROVA sobre as aulas 1 a 14 (AVISO_PROVA_CFD_2019-2.pdf).

Aula 14: PLANO para 22 Nov 2019

AVISO: leia o arquivo AVISO_PROVA_CFD_2019-2.pdf (a prova será no dia 29 Nov 2019)

Objetivo: Grupo de CFD da UFPR [Grupo_CFD_novembro_2019_v10.pdf]

Aula 13: lecionada em 8 Nov 2019 (13:30-15:05; 10 alunos)

AVISO: a prova será no dia 29 Nov 2019

Objetivos:

- Capítulo 9: aplicar o método de volumes finitos à condução de calor 1D e 0D transientes [TM257_CFD_capitulo_9_2016_1_v1.pdf (página 1 ao fim da seção 9.5 na página 6)]
- Para aplicar a teoria do capítulo 9 sobre condução de calor 1D transiente, usar o programa computacional PROG3_CFD1 [prog3_cfd1_todos_arquivos.zip], com: TA = TB = 0; alfa = 117e-6; L = 0.1; tf = 20; ci = 1; para os seguintes casos:
 - N = M = 5, teta = 1
 - N = M = 5, teta = 0
 - N = M = 5, teta = 0.5
 - N = 5, M = 50, teta = 1
- Receber o trabalho computacional 6

Tarefa (sem valer nota) para 22 Nov 2019: estudar o material visto nas aulas 1 a 13

Aula 12: lecionada em 1º Nov 2019 (13:30-15:10; 9 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 8: aplicar o método de volumes finitos às equações de advecção-difusão e Burgers 2D permanentes [TM257_CFD_capitulo_8_2016-1_v1.pdf (página 1 ao fim da seção 8.6 na página 6)]
- Para aplicar a teoria do capítulo 8 sobre a equação de advecção-difusão 2Dp, usar o programa computacional PROG6_CFD1, com 13x13, 23x23 e 43x43 volumes [Prog6_cfd1_todos_arquivos.zip]
- Para aplicar a teoria do capítulo 8 sobre a equação de Burgers 2Dp, usar o programa computacional PROG11_CFD, com SG 64x64, itimax=64 e tol=1d-14; e com MG(6) 64x64, itimax=1 e tol=1d-14 [prog11_cfd.zip]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 6

Aula 11: lecionada em 25 Out 2019 (13:30-15:00; 10 alunos)**Objetivos:**

- Teoria sobre os esquemas UDS [1ª ordem], CDS [2ª ordem] e QUICK [3ª ordem] (sem e com correção adiada) e EXATO aplicados à equação de advecção-difusão 1D permanente sem usar volumes fictícios para aplicar as condições de contorno [Prog5_CFD1_teorias.pdf]
- Apresentar o trabalho computacional 6 [TC-6_CFD_2019-2.pdf]
- Comentar sobre o incentivo do PGMec à pós-graduação [Resolucao_5_2018_Incentivo-Pós-graduação_vf.pdf]; matrículas são trimestrais; site <http://www.prppg.ufpr.br/pgmec/>.
- Receber o trabalho computacional 5

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 8 Nov 2019: TC-6_CFD_2019-2.pdf

Aula 10: lecionada em 18 Out 2019 (13:30-15:17; 8 alunos)**Objetivos:**

- Capítulo 7: aplicar o método de volumes finitos às equações 1D permanentes de advecção-difusão e Burgers [TM257_CFD_capitulo_7_2016-1_v2.pdf (página 1 ao fim da seção 7.2.3 na página 7)]
- Para aplicar a teoria desta aula sobre a equação de advecção-difusão, usar o programa computacional PROG5_CFD1 [Prog5_CFD1_todos_arquivos.zip], com (alfa=0.45; Itmax=100; e Tol=-1.0d-10):
 - Pe = 10 e N = 10, 5, 4 e 3 (alguns esquemas começam a oscilar com o aumento do Pe de malha)
 - Pe = 20 e N = 20, 10, 8 e 6 (idem)
 - Pe = 50 e N = 5 (a amplitude das oscilações aumenta com o aumento do Pe de malha)
- Para aplicar a teoria do capítulo 7 sobre a equação de Burgers, usar o programa computacional PROG9_CFD1, com: N=9 e 101; Re=10; beta=1; e Itmax=100 [Prog9_cfd1_x32.zip]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5

Aula 9: lecionada em 11 Out 2019 (13:30-15:08; 9 alunos)

CONVITE: todos os alunos estão convidados a participar no dia 12 de outubro da *IV Campanha de Popularização dos Minifoguetes* da UFPR. Serão feitos vários lançamentos de minifoguetes a alturas entre 30 e 100 metros no campo de futebol 1 do CED (Centro de Educação Física e Desportos) a partir das 9:00 horas.

Objetivos:

- Capítulo 6: aplicar o método de volumes finitos a problemas de difusão de QML 1D e 2D permanentes [TM257_CFD_capitulo_6_2016-1_v3.pdf (página 1 ao fim da seção 6.7.2 na página 8)]
- Usar o programa computacional PROG2_CFD1 [prog2_cfd1.zip] para aplicar a teoria do capítulo 6 sobre difusão de QML-1Dp com:
 - N = 5; Rm = 5e-2; mi = 1e-3; C = -16; L = 0.2
 - N = 50; Rm = 5e-2; mi = 1e-3; C = -16; L = 0.2
 - N = 50; Rm = 5e-2; mi = 1e-3; C = -1; L = 0.2
 - N = 50; Rm = 5e-2; mi = 1e-3; C = -160; L = 0.2
- Usar o programa computacional PROG10_CFD [prog10_cfd.rar] para aplicar a teoria do capítulo 6 sobre difusão de QML-2Dp com:
 - N = 11 x 11; 500 iterações; Lx = Ly = 1; C = -1
 - N = 41 x 41; 10000 iterações; Lx = Ly = 1; C = -1
- Devolver o trabalho computacional 4 corrigido
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5

Aula 8: lecionada em 4 Out 2019 (13:30-15:26; 10 alunos)**Objetivos:**

- Capítulo 5: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 2D permanente com geração de calor [TM257_CFD_capitulo_5_2016-1_v2.pdf (eq. 5.11 na página 3 até o fim da seção 5.7 na página 8)]
- Usar o programa computacional PROG3_CFD para simular o problema do trabalho computacional 5 de 2014/1 [prog3_cfd_sem_fonte.zip]:
 - com 7x7, I=100 e 500 (res=5e-17; CPU=0 s; L1=4.4e-3);

- com 23x23, I=500 e 5 mil (res=0; CPU=0.11 s; L1=2.9e-4);
- com 103x103, I=5 mil e 50 mil (res=0; CPU=22 s; L1=1.3e-5);

- Apresentar o trabalho computacional 5 [TC-5_CFD_2019-2.pdf]
- Receber o trabalho computacional 4

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 25 Out 2019: TC-5_CFD_2019-2.pdf

Aula 7: lecionada em 27 Set 2019 (13:30-15:15; 9 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 4: aplicar o método de volumes finitos a dois problemas de condução de calor 1D permanente com área variável de troca de calor [TM257_CFD_capitulo_4_2016-1_v3.pdf (seção 4.2 na página 5 até o fim da seção 4.2.5 na página 9)]
- Capítulo 5: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 2D permanente com geração de calor [TM257_CFD_capitulo_5_2016-1_v2.pdf (página 1 até a eq. 5.11 na página 3)]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 4

Aula 6: lecionada em 20 Set 2019 (13:30-15:19; 9 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 3: teoria sobre erros de iteração, arredondamento e outros [TM257_CFD_capitulo_3_2016-1_v5.pdf (página 13-seção 3.6 ao fim do cap. na página 16-seção 3.8)]
- Apresentar o trabalho computacional 4 [TC-4_CFD_2019-2.pdf]
- Capítulo 4: aplicar o método de volumes finitos a dois problemas de condução de calor 1D permanente com área variável de troca de calor [TM257_CFD_capitulo_4_2016-1_v3.pdf (página 1 ao fim da seção 4.1.4 na página 5)]
- Receber o trabalho computacional 3
- Devolver o trabalho computacional 2 corrigido

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 4 Out 2019: TC-4_CFD_2019-2.pdf

Aula 5: lecionada em 13 Set 2019 (13:32-15:27; 9 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 3: teoria sobre erros de iteração, arredondamento e outros [TM257_CFD_capitulo_3_2016-1_v5.pdf (página 9-seção 3.4 ao fim da seção 3.5 na página 13)]
- Usar o programa computacional PROG4_CFD para simular o problema do trabalho computacional 2 de 2011/2 com [prog4_cfd_aula.zip]:
 - I=20 para mostrar que aparentemente foi atingido o erro de máquina; e
 - I=50 para mostrar que atende ao procedimento recomendado para erros de iteração
 - N=500 e I=50 e 100 para mostrar um caso prático em que o erro de máquina é oscilante
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 3

Aula 4: lecionada em 6 Set 2019 (13:30-15:12; 12 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 3: teoria sobre verificação e validação em CFD e erro de discretização [TM257_CFD_capitulo_3_2016-1_v5.pdf (página 1 ao fim da seção 3.3.6 na página 9)]
- Apresentar o trabalho computacional 3 [TC-3_CFD_2019-2.pdf]
- Devolver o trabalho computacional 1
- Receber o trabalho computacional 2

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 20 Set 2019: TC-3_CFD_2019-2.pdf

AVISO: não haverá aula no dia 30 Ago 2019 devido à Semana Acadêmica de Engenharia Mecânica da UFPR.

Aula 3: lecionada em 23 Ago 2019 (13:30-15:16; 11 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 2: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 1D permanente com área constante de troca de calor [TM257_CFD_capitulo_2_2016-1_v3.pdf (seção 2.5 até o fim do cap. na página 9 - seção 2.9)]
- Usar o programa computacional PROG1_CFD para simular o problema do trabalho computacional 1 de 2011/2 com N=5 (Eh=-0.625) e N=50 (Eh=-0.00625); Eh cai 100X com a redução de Δx em 10X [prog1_cfd_dados_TC_3_TM-257_CFD_2010_1.zip]
- Usar o programa computacional PROG1_CFD para comentar e simular os exemplos 4.1 e 4.2 do livro do Versteeg [Versteeg_2007_p_118-125.pdf]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 2
- Receber o trabalho computacional 1

Aula 2: lecionada em 16 Ago 2019 (13:30-15:12; 12 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 2: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 1D permanente com área constante de troca de calor [TM257_CFD_capitulo_2_2016-1_v3.pdf (página 1 até o fim da seção 2.4 na página 5)]
- Teoria sobre o método TDMA para resolver matrizes tridiagonais [TDMA.pdf]
- Apresentar o trabalho computacional 2 [TC-2_CFD_2019-2.pdf]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 1

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 6 Set 2019: TC-2_CFD_2019-2.pdf

Aula 1: lecionada em 9 Ago 2019 (13:30-15:31; 13 alunos)

Objetivos:

- Introdução a CFD [Introducao_CFD_2015-1.pdf]
- Apresentar o plano de ensino da disciplina [plano_CFD_2019-2.pdf]
- Apresentar o trabalho computacional 1 [TC-1_CFD_2019-2.pdf]

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 23 Ago 2019: TC-1_CFD_2019-2.pdf

Tarefa (sem valer nota) [ler os arquivos]:

- edital_ftp_CFD_2019-2.pdf
- TM257_CFD_capitulo_1_2010_2.pdf (3 páginas)
- carta_Gustavo_Halila_Dez_2011.pdf
- exemplo_trocador_de_calor.pdf (exemplo do uso de CFD em um trocador de calor)
- Johnson_et_al_2005.pdf (artigo que descreve o uso de CFD na Boeing)
- Mavriplis_et_al_2007.pdf (artigo que mostra o estado-da-arte em 2007 de CFD em aerodinâmica)

AVISO: o Lena 4 estará aberto para os alunos durante a semana; os horários estão disponíveis ao lado da porta do Lena 4. Alguns monitores também poderão esclarecer dúvidas sobre CFD.