

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

AULAS LECIONADAS EM 2020/2-remoto

Atualizado em 3 Mar 2021 às 8:25 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, cada aluno deverá entregar no prazo respectivo pelo menos 5 dos 6 trabalhos da disciplina.

Procedimentos gerais que os alunos deverão seguir em cada aula:

- No horário de cada aula, acessar o arquivo **Aulas_CFD_2020-2.PDF**.
- Executar no seu computador, no seu local de estudo, as atividades programadas para cada aula.
- Havendo dúvidas, entrar em contato com o professor, preferencialmente no período de cada aula (ver item abaixo).

Como entrar em contato com o professor:

- Alguns minutos antes do início de cada aula, o professor enviará para o seu e-mail, cadastrado no sistema SIGA da UFPR, um link de sessão de videoconferência pelo Hangouts/Google e o arquivo **Aulas_CFD_2020-2.PDF** atualizado.
- Caso queira, conecte-se a esse link para esclarecer suas dúvidas online com o professor.
- **O link ficará ativo durante o período de cada aula: quartas-feiras, 9:30 às 11:30 horas.**
- Fora dos períodos de aula ou não havendo conexão do Hangouts/Google, você poderá entrar em contato com o professor pelo e-mail chmcfcd@gmail.com. Havendo necessidade para uma interação online, combine por e-mail um dia e horário para conversar por videochamada.

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_novembro_2019_v10.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, Mestrado e Doutorado: ver os arquivos **temas_para_orientacao_prof_Marchi_dezembro_2018.pdf** e **orientacoes_em_andamento_prof-Marchi_2020-08-05.pdf** no *site* da disciplina.

Aula 14 (última): PLANO para 10 Mar 2021

Objetivos:

- Ler sobre o Grupo de CFD da UFPR [[Grupo_CFD_novembro_2019_v10.pdf](#)]
- Entregar o trabalho computacional 6 [[TC-6_CFD_2020-2.pdf](#)]

Aula 13: PLANO para 3 Mar 2021

Objetivos:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog3_cfd1_todos_arquivos.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog3_cfd1/
- Usar o programa computacional **PROG3_CFD1** para aplicar a teoria do capítulo 9 sobre condução de calor 1D transiente considerando-se os valores dos parâmetros que estão no arquivo de dados iguais a: $TA = TB = 0$; $\alpha = 117e-6$; $L = 0.1$; $tf = 20$; $ci = 1$; fazer 4 simulações usando os seguintes dados adicionais:
 - 1°. $N = M = 5$, $teta = 1$
 - 2°. $N = M = 5$, $teta = 0$
 - 3°. $N = M = 5$, $teta = 0.5$
 - 4°. $N = 5$, $M = 50$, $teta = 1$
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 6 [[TC-6_CFD_2020-2.pdf](#)]

Aula 12: lecionada em 24 Fev 2021 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Objetivos:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **Prog6_cfd1_todos_arquivos.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog6_cfd1/
- Usar o programa computacional **PROG6_CFD1** para aplicar a teoria do capítulo 8 sobre a equação de advecção-difusão 2D com os valores dos parâmetros que estão no arquivo de dados para três malhas diferentes: **13x13**, **23x23** e **43x43** volumes; o valor do **número máximo de iterações externas** deverá ir sendo aumentado para cada malha até que seja atingido o erro de máquina.
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog11_cfd.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog11_cfd/
- Usar o programa computacional **PROG11_CFD** para aplicar a teoria do capítulo 8 sobre a equação de Burgers 2D com os valores dos parâmetros que estão no arquivo de dados para:
 - Singlegrid: op=1, nm=1, ngx=64, ngy=64, itimax=64
 - Multigrid com 6 malhas: op=2, nm=6, ngx=2, ngy=2, itimax=1
- Ler o texto do trabalho computacional 6 [[TC-6_CFD_2020-2.pdf](#)]

Tarefa (**valendo nota e 17% da frequência**) para entregar até o dia 10 Mar 2021: [TC-6_CFD_2020-2.pdf](#)

Aula 11: lecionada em 10 Fev 2021 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Objetivos:

- Ler/estudar a 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](#)]
- Ler 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/>.
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5 [[TC-5_CFD_2020-2.pdf](#)]; **devido ao evento CREEM e pedido do Chefe do DEMEC, a entrega deste trabalho poderá ser feita até o dia 19 Fev 2021.**

Aula 10: lecionada em 3 Fev 2021 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

Objetivos:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **Prog5_CFD1_todos_arquivos.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/PROG5_CFD1/
- Usar o programa computacional **PROG5_CFD1** para aplicar a teoria do capítulo 7 sobre a equação de advecção-difusão 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)
- Fazer download e descompactar o arquivo **Prog9_cfd1_x32.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/Prog9_cfd1_x32/
- Usar o programa computacional **PROG9_CFD1** para aplicar a teoria do capítulo 7 sobre a equação de Burgers com: N=9 e 101; Re=10; beta=1; e Itmax=100
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5 [[TC-5_CFD_2020-2.pdf](#)]; **devido ao evento CREEM e pedido do Chefe do DEMEC, a entrega deste trabalho poderá ser feita até o dia 19 Fev 2021.**

Aula 9: lecionada em 27 Jan 2021 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

Objetivos:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog2_cfd1.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog2_cfd1/
- Usar o programa computacional **PROG2_CFD1** para aplicar a teoria do capítulo 6 sobre difusão de QML-1D 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

- $N = 50$; $R_m = 5e-2$; $m_i = 1e-3$; $C = -160$; $L = 0.2$
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog10_cfd.rar** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog10_cfd/
- Usar o programa computacional **PROG10_CFD** para aplicar a teoria do capítulo 6 sobre difusão de QML-2Dp com:
 - $N = 11 \times 11$; 500 iterações; $L_x = L_y = 1$; $C = -1$
 - $N = 41 \times 41$; 10000 iterações; $L_x = L_y = 1$; $C = -1$
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5

Aula 8: lecionada em 20 Jan 2021 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

Objetivos:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog3_cfd_sem_fonte.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog3_cfd_aula/
- Usar o programa computacional **PROG3_CFD**, do item anterior, para simular o problema do [trabalho computacional 5 de 2014/1](#) com:
 - com 7×7 , $I=100$ e 500 (res= $5e-17$; CPU=0 s; $L1=4.4e-3$);
 - com 23×23 , $I=500$ e 5 mil (res=0; CPU=0.11 s; $L1=2.9e-4$);
 - com 103×103 , $I=5$ mil e 50 mil (res=0; CPU=22 s; $L1=1.3e-5$);
- Ler o texto do trabalho computacional 5 [[TC-5 CFD 2020-2.pdf](#)]
- Entregar o trabalho computacional 4

Tarefa (**valendo nota e 17% da frequência**) para entregar até o dia 10 Fev 2021: [TC-5 CFD 2020-2.pdf](#)

Aula 7: lecionada em 16 Dez 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o 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)]
- Ler/estudar o 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 9 Dez 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o 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)]
- Ler o texto do trabalho computacional 4 [[TC-4 CFD 2020-2.pdf](#)]
- Ler/estudar o 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)]
- Entregar o trabalho computacional 3

Tarefa (**valendo nota e 17% da frequência**) para entregar até o dia 20 Jan 2021: [TC-4 CFD 2020-2.pdf](#)

Aula 5: lecionada em 2 Dez 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o 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)]
- Fazer download e descompactar o arquivo **prog4_cfd_aula.zip** que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog4_cfd_aula/
- Usar o programa computacional **PROG4_CFD**, do item anterior, para simular o problema do [trabalho computacional 2 de 2011/2](#) com:
 - $I=20$ para ver que aparentemente foi atingido o erro de máquina
 - $I=50$ para ver que atende ao procedimento recomendado para erros de iteração
 - $N=500$ e $I=50$ e 100 para ver um caso prático em que o erro de máquina é oscilante
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 3

Aula 4: lecionada em 25 Nov 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o Capítulo 3: teoria sobre verificação e validação em CFD e erro de discretização [[TM257 CFD capítulo 3 2016-1 v5.pdf](#) (página 1 ao fim da seção 3.3.6 na página 9)]
- Ler o texto do trabalho computacional 3 [[TC-3 CFD 2020-2.pdf](#)]
- Entregar o trabalho computacional 2

Tarefa (valendo nota e 17% da frequência) para entregar até o dia 9 Dez 2020: [TC-3 CFD 2020-2.pdf](#)

Aula 3: lecionada em 18 Nov 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o 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 capítulo 2 2016-1 v3.pdf](#) (seção 2.5 até o fim do cap. na página 9 - seção 2.9)]
- Fazer download e descompactar o arquivo [prog1_cfd_dados_TC_3_TM-257_CFD_2010_1.zip](#) que está no link http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/Aplicativos/prog1_cfd_aula/
- Usar o programa computacional **PROG1_CFD**, do item anterior, 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
- Usar o programa computacional **PROG1_CFD** para simular os exemplos 4.1 e 4.2 do livro do Versteeg [[Versteeg 2007 p 118-125.pdf](#)] e comparar os resultados deste programa com os do livro
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 2
- Entregar o trabalho computacional 1

Aula 2: lecionada em 11 Nov 2020 (9:30-11:30h; 0 aluno)

Roteiro:

- Ler/estudar o 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 capítulo 2 2016-1 v3.pdf](#) (página 1 até o fim da seção 2.4 na página 5)]
- Ler/estudar a teoria sobre o método TDMA para resolver matrizes tridiagonais [[TDMA.pdf](#)]
- Ler o texto do trabalho computacional 2 [[TC-2 CFD 2020-2.pdf](#)]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 1

Tarefa (valendo nota e 17% da frequência) para entregar até 25 Nov 2020: [TC-2 CFD 2020-2.pdf](#)

Aula 1: lecionada em 4 Nov 2020 (10:10-11:30h; 0 aluno)

OBS: a aula começou atrasada devido a uma tempestade que causou danos no meu gabinete e problemas com o computador.

Roteiro:

- Ler/estudar a Introdução a CFD [[Introducao CFD 2015-1.pdf](#)]
- Ler o plano de ensino da disciplina [[plano CFD 2020-2.pdf](#)]
- Ler o texto do trabalho computacional 1 [[TC-1 CFD 2020-2.pdf](#)]

Tarefa (valendo nota e 17% da frequência) para entregar até 18 Nov 2020: [TC-1 CFD 2020-2.pdf](#)

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

- [editais ftp_CFD_2020-2.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)