



TMEC-051 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL – 2019/2

**4º TRABALHO COMPUTACIONAL**

Apresentação: 20 Set 2019; esclarecimento de dúvidas em aula: 27 Set 2019

Entrega até a aula de **4 Out 2019**

**Exercício 4.1**

**Dados:** erros numéricos do Trabalho Computacional 1.

A solução numérica contém apenas erros de discretização e um pouco de erro de arredondamento.

**Resultados a apresentar para a média da integral de  $T$ :**

- 1) Valor da solução analítica
- 2) Uma tabela contendo em cada linha os valores de:  $N$ ,  $h$ , integral numérica, o erro numérico, e a ordem efetiva equivalente do erro numérico calculada com a Eq. (3.13).
- 3) Gráfico da ordem efetiva equivalente *versus*  $h$ , em escala logarítmica no eixo X.

**Exercício 4.2**

Executar o programa **Prog1\_CFD** (disponível no site da disciplina), que resolve o problema da condução de calor 1Dp com propriedades constantes, com os seguintes dados:

**Dados:**  $T_A = 20 \text{ °C}$        $T_B = 30 \text{ °C}$        $\dot{q} = 0 \text{ W/m}^3$   
 $L = 0,1 \text{ m}$        $A = 10^{-2} \text{ m}^2$        $k = 400 \text{ W/m.K}$   
 $N = 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6 \text{ e } 10^7 \text{ nós}$       lista = 0

Para estes dados, a solução numérica contém apenas erros de arredondamento.

**Resultados a apresentar para a média de  $T$ :**

- 1) Valor da solução analítica
- 2) Uma tabela contendo em cada linha os valores de:  $N$ ,  $h$ , solução numérica, o erro numérico, e a ordem efetiva equivalente do erro numérico calculada com a Eq. (3.13).
- 3) Gráfico do módulo do erro verdadeiro da solução numérica da média de  $T$  *versus*  $h$ , em escala logarítmica nos dois eixos.

**Exercício 4.3**

Executar o programa **Prog4\_CFD** (disponível no site da disciplina), que resolve o problema da condução de calor 1Dp com condutividade térmica variável, com os seguintes dados:

**Dados:**  $T_A = 0 \text{ °C}$        $T_B = 1 \text{ °C}$        $L = 1 \text{ m}$   
 $A = 1 \text{ m}^2$        $k = e^T$        $I = 50$   
 $N = 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6 \text{ e } 10^7 \text{ nós}$       lista = 0

Para estes dados, a solução numérica contém erros de discretização, de arredondamento e de iteração; mas o erro de iteração é muito menor do que os outros dois tipos de erros.

**Resultados a apresentar para a média de  $T$ :**

- 1) Valor da solução analítica
- 2) Uma tabela contendo em cada linha os valores de:  $N$ ,  $h$ , solução numérica, o erro numérico, e a ordem efetiva equivalente do erro numérico calculada com a Eq. (3.13).
- 3) Gráfico do módulo do erro verdadeiro da solução numérica da média de  $T$  *versus*  $h$ , em escala logarítmica nos dois eixos.

#### **Exercício 4.4**

Executar o programa **Prog4\_CFD** (disponível no site da disciplina), que resolve o problema da condução de calor 1Dp com condutividade térmica variável, com os seguintes dados fixos:

**Dados:**  $T_A = 0 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_B = 1 \text{ }^\circ\text{C}$   $L = 1 \text{ m}$   
 $A = 1 \text{ m}^2$   $k = e^T$   $I = 50$   
Executar o programa para  $N = 2, 4$  e  $8$  volumes  $\text{lista} = 0$

#### **Resultados a apresentar para a média de $T$ ( $T_m$ ):**

- 1) Valor da solução analítica.
- 2) Uma tabela contendo em cada linha os valores de:  $N$ ,  $h$ , solução numérica, o erro numérico, e a ordem efetiva equivalente do erro numérico calculada com a Eq. (3.13).
- 3) Valor da ordem aparente equivalente  $p_U$  onde  $r = 2$  calculada com a Eq. (3.14).
- 4) Valor de  $p = \text{Min}(p_L; p_U)$  onde  $p_L = 2$ .
- 5) Estimativa do erro ( $U$ ) de  $T_m$  na malha com  $N = 8$  volumes, estimador GCI,  $F_s = 3$ , calculada com a Eq. (3.16).
- 6) Razão entre  $U$  e  $E$  para  $N = 8$  volumes.
- 7) Apresentação da solução numérica para  $N = 8$  volumes com seu  $U$  conforme a Eq. (3.19).

#### **OBSERVAÇÕES válidas para as 4 questões acima:**

- erro = solução analítica – solução numérica
- $h = L/N = \Delta x$
- Nos gráficos, usar um círculo em cada ponto plotado; e unir por retas os pontos plotados.

#### **DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS**

- Usar PRECISÃO DUPLA nos cálculos e apresentar os resultados com 15 algarismos significativos.
- O texto deve ser IMPRESSO em papel A4 branco.
- IDENTIFICAR CADA ITEM dos resultados a apresentar com seu respectivo número.
- Apresentar os RESULTADOS NA SEQUÊNCIA solicitada no trabalho.
- SÓ APRESENTAR o número do TC, data de entrega, os nomes dos membros da equipe e os resultados solicitados no trabalho.
- Usar as devidas UNIDADES em todas as variáveis.
- **Haverá perda de 10 pontos (de 100) para cada um dos itens acima (das diretrizes obrigatórias) que não for satisfeito.**
- **Este trabalho computacional deve ser feito em equipe de 4 a 6 alunos.**
- Havendo dúvidas, entrar em contato com o professor antes do prazo de entrega.
- **Para avaliação do trabalho, não se aceita entrega atrasada.**