



**Observações:**

1. A interpretação das questões é parte da prova.
2. Leia atentamente aos itens. Para alguns deles, mais de uma solução é possível.
3. Recomenda-se salvar o projeto regularmente.
4. Utilize precisão dupla para todos os cálculos.
5. **Duração da prova: 90 minutos.**

Em muitos problemas de engenharia, uma das hipóteses empregadas é a de regime permanente ou estacionário, na qual não existe variação de uma dada propriedade física (como as componentes da velocidade, a pressão ou a temperatura) com o tempo. Para muitos processos, contudo, tal hipótese não é válida: este é o caso, por exemplo, de tratamentos térmicos (têmpera, revenimento, recozimento), para os quais a taxa de aquecimento e/ou resfriamento são fundamentais para a determinação das propriedades finais (como dureza), uma vez que a estrutura cristalina obtida, bem como o tamanho dos grãos depende da taxa de aquecimento/resfriamento impostas ao material. Neste caso, considere uma chapa de aço ligado que é aquecido em um forno de modo que sua temperatura seja uniforme. Tal chapa deve ser temperada e, por isso, é subitamente mergulhada em um banho de água agitada. Considera-se que o tratamento esteja completo somente quando a maior temperatura existente na chapa (correspondente ao centro geométrico da mesma) esteja a uma temperatura pré-definida. Deseja, neste caso, estudar a variação da temperatura do centro geométrico da chapa em função do tempo. Para tanto, propõe-se a implementação do seguinte algoritmo:

- a) (valor: 0,5) No Fortran, diretório C:\Msdev\Projects, crie um projeto tipo Console Application, com o seu nome e sobrenome (exemplo: Luciano\_Araki). Inclua no projeto arquivos fontes chamados principal03.f90, variaveis.f90, processamento.f90 e dados.f90.
- b) (valor: 0,5) No arquivo variaveis.f90, crie o módulo variaveis, definindo:
  - saída, nome do arquivo de saída (character, comprimento 50);
  - Bi, número de Biot (real, dupla precisão);
  - zeta, variável auxiliar (real, dupla precisão);
  - Cn, coeficiente, auxiliar (real, dupla precisão);
  - f, função (real, dupla precisão);
  - df, derivada de f (real, dupla precisão);
  - Fo, vetor com os números de Fourier (vetor real, dupla precisão);
  - theta, temperatura adimensional (vetor real, dupla precisão);
  - N, número de passos de tempo (inteiro).
- c) (valor: 1,0) No arquivo dados.f90, crie um módulo chamado dados e uma subrotina chamada entrada. Na subrotina, faça a leitura de dados a partir de um arquivo chamado "entrada.txt". Nesse arquivo serão lidas as seguintes variáveis: saída, Bi, N. Faça a abertura automática do arquivo para modificações antes da leitura dos dados.

- d) (valor: 1,0) No arquivo processamento.f90, crie um módulo chamado processamento, bem como uma subrotina chamada funcao. Nessa subrotina, como parâmetros de entrada serão as variáveis zeta e Bi e como saída, a variável f, dada pela expressão:

$$f = zeta \cdot \tan(zeta) - Bi$$

- e) (valor 1,0) No arquivo processamento.f90, crie uma subrotina chamada derivada. Nessa subrotina, devem ser informados como parâmetros de entrada zeta, sendo df o parâmetro de saída, conforme a expressão:

$$df = \tan(zeta) + \frac{zeta}{\cos^2(zeta)}$$

- f) (valor: 1,5) No arquivo processamento.f90, crie uma subrotina chamada newton. Nessa subrotina, deve ser efetuado um laço (ciclo) que varie de 1 a 10. Antes do laço, inicialize a variável zeta com valor 0,5. Dentro do laço (ciclo), chame as subrotinas funcao e derivada; em seguida, ainda dentro do laço, realize o seguinte cálculo:

$$zeta = zeta - \frac{f}{df}$$

- g) (valor: 1,0) No arquivo processamento.f90, crie uma subrotina chamada constante, onde deve ser calculado o valor de Cn, de acordo com a seguinte expressão:

$$Cn = \frac{4 \cdot \sin(zeta)}{2 \cdot zeta + \sin(2 \cdot zeta)}$$

- h) (valor: 1,0) No arquivo principal03.f90, chame as subrotinas entrada, newton e constante, aloque os vetores Fo e theta com o valor lido para N. Na seqüência, efetue os seguintes cálculos:

$$Fo(i) = \frac{1}{2}i, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

$$theta(i) = Cn \cdot \exp[-zeta^2 \cdot Fo(i)], \quad i = 1, 2, \dots, N$$

- i) (valor: 1,0) No arquivo dados.f90, crie uma subrotina chamada dados\_saida. Os resultados para o número de Fourier (Fo) e a temperatura adimensional (theta) devem ser escritos em um arquivo cujo nome foi lido na subrotina entradas (variável saida); não se esqueça de comentários para identificar as variáveis. Escreva também no arquivo o número de Biot (Bi) e o número de passos de tempo (N) empregados. Abra o arquivo automaticamente. Faça a chamada da subrotina no arquivo principal.
- j) (valor: 1,5) Crie o programa executável. A pontuação integral será considerada se não houver erros e/ou alertas (errors / warnings) durante a compilação / linkagem / execução. Teste seu programa com os seguintes valores para as variáveis de entrada:

$$Bi = 1.0; N = 50; saida = 'seu nome'.txt$$

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_