



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS PARA PROVIMENTO DE CARGO DE PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR

EDITAL Nº 013/2021-PROGESP

TRANSMISSÃO DE CALOR E MECÂNICA DOS FLUIDOS

Leia estas instruções:

1	Informe seu nome nos dois espaços indicados na parte inferior desta capa. Ao finalizar sua prova, as duas partes onde constam seu nome e o código numérico serão destacadas pelo fiscal. Uma parte será entregue a você e a outra será guardada em um envelope que será lacrado no fim da aplicação.
2	Em atendimento ao Art. 18 da Resolução nº 150/2019-CONSEPE, sua prova será identificada unicamente por esse código numérico, gerado por sorteio na ocasião da impressão da prova.
3	Quando o Fiscal autorizar, verifique se o Caderno está completo e sem imperfeições gráficas que impeçam a leitura. Detectado algum problema, comunique-o, imediatamente, ao Fiscal.
4	Este caderno contém <b>uma</b> questão discursiva, cuja resposta será avaliada considerando-se apenas o que estiver escrito no espaço reservado para o texto definitivo, e <b>20 questões</b> de múltipla escolha. Para rascunho, utilize as folhas fornecidas pelo fiscal destinadas a esse fim.
5	Escreva de modo legível, pois dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Cada questão de múltipla escolha apresenta quatro opções de resposta, das quais apenas uma é correta.
7	Interpretar as questões faz parte da avaliação, portanto não peça esclarecimentos aos fiscais.
8	Para responder às questões, recomenda-se o uso de caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente.
9	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
10	Você dispõe de, no máximo, <b>quatro horas</b> para redigir a resposta da questão discursiva <b>no espaço definitivo</b> deste caderno, responder às questões de múltipla escolha e preencher a <b>Folha de Respostas</b> .
11	O preenchimento da Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade.
12	Antes de se retirar definitivamente da sala, <b>devolva</b> ao Fiscal <b>este Caderno e a Folha de Respostas</b> .



Corte aqui

VIA DO ENVELOPE DE SEGURANÇA

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_



Corte aqui

VIA DO CANDIDATO

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_

**TEMAS PARA SORTEIO:**

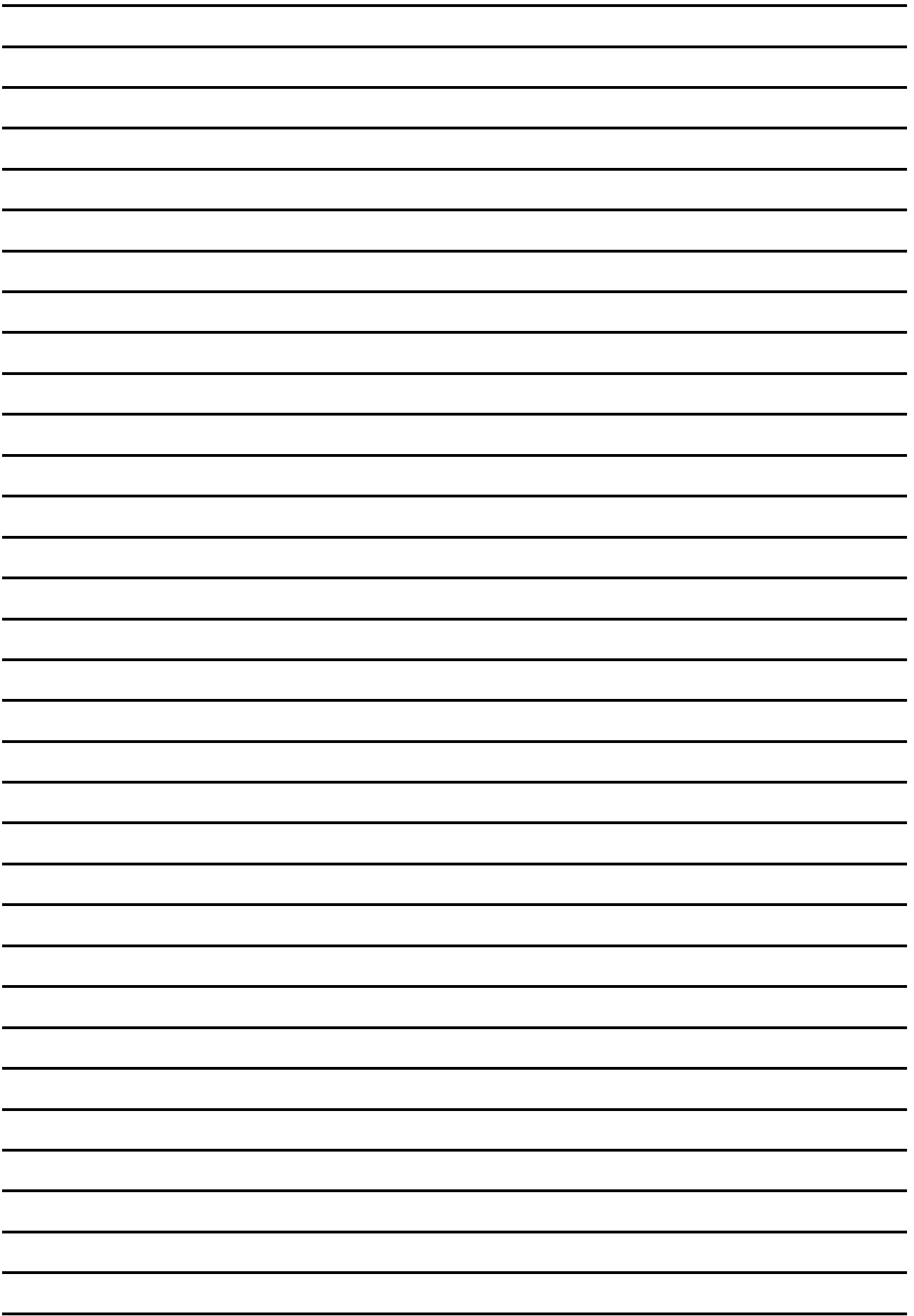
1. Leis de conservação: formulação integral das equações de balanço;
2. As Equações de Navier-Stokes;
3. Teoria da Camada Limite Hidrodinâmica;
4. Fundamentos de Escoamentos Turbulentos;
5. escoamento compressível unidimensional;
6. Fundamentos da Condução;
7. Problemas de valor de contorno em Condução de Calor;
8. Convecção natural e forçada em escoamentos internos e externos;
9. Trocadores de Calor;
10. Transferência radiante entre superfícies (meios não participativos).

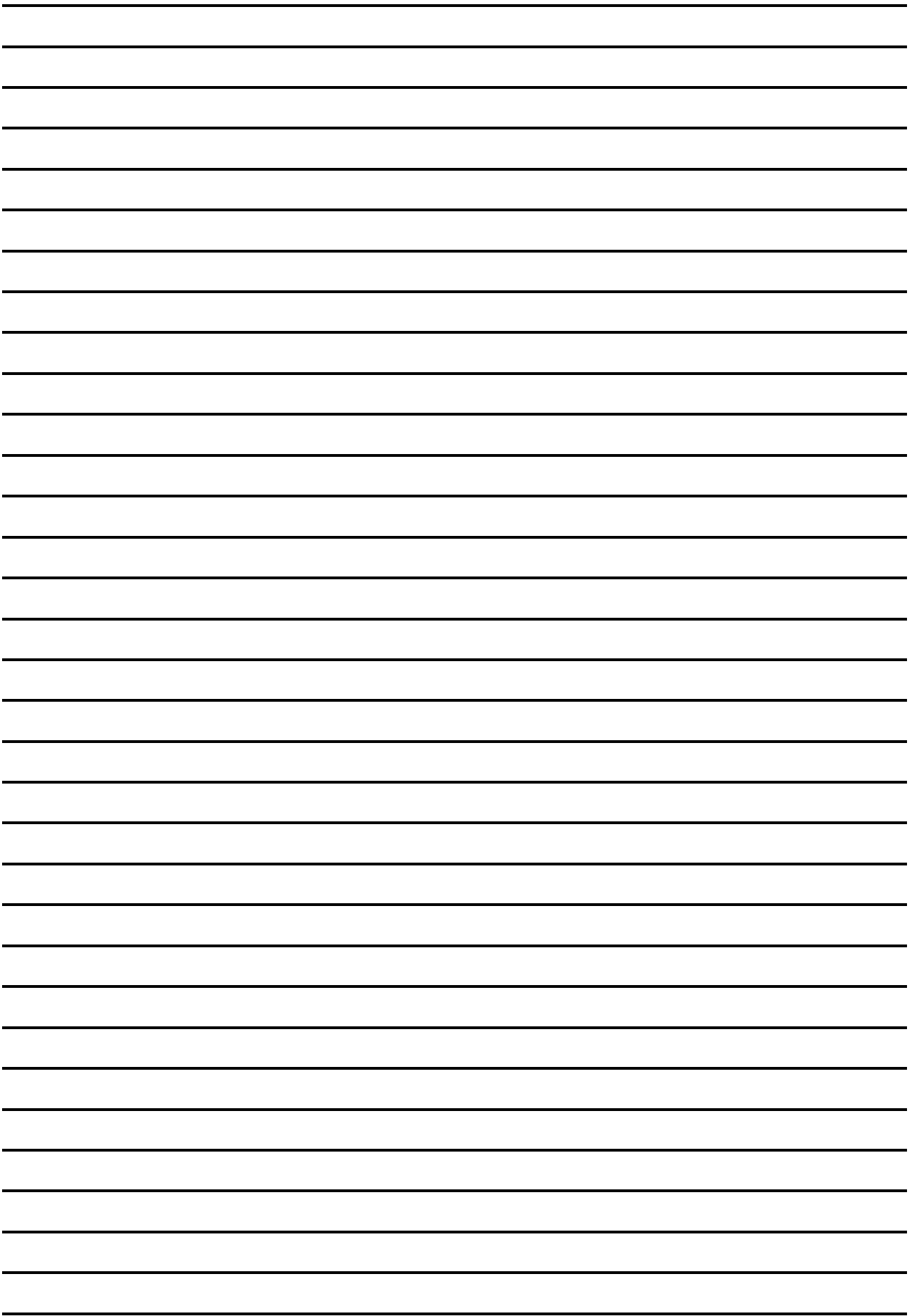
**Questão única: Utilize as folhas a seguir para dissertar sobre o tema sorteado.**

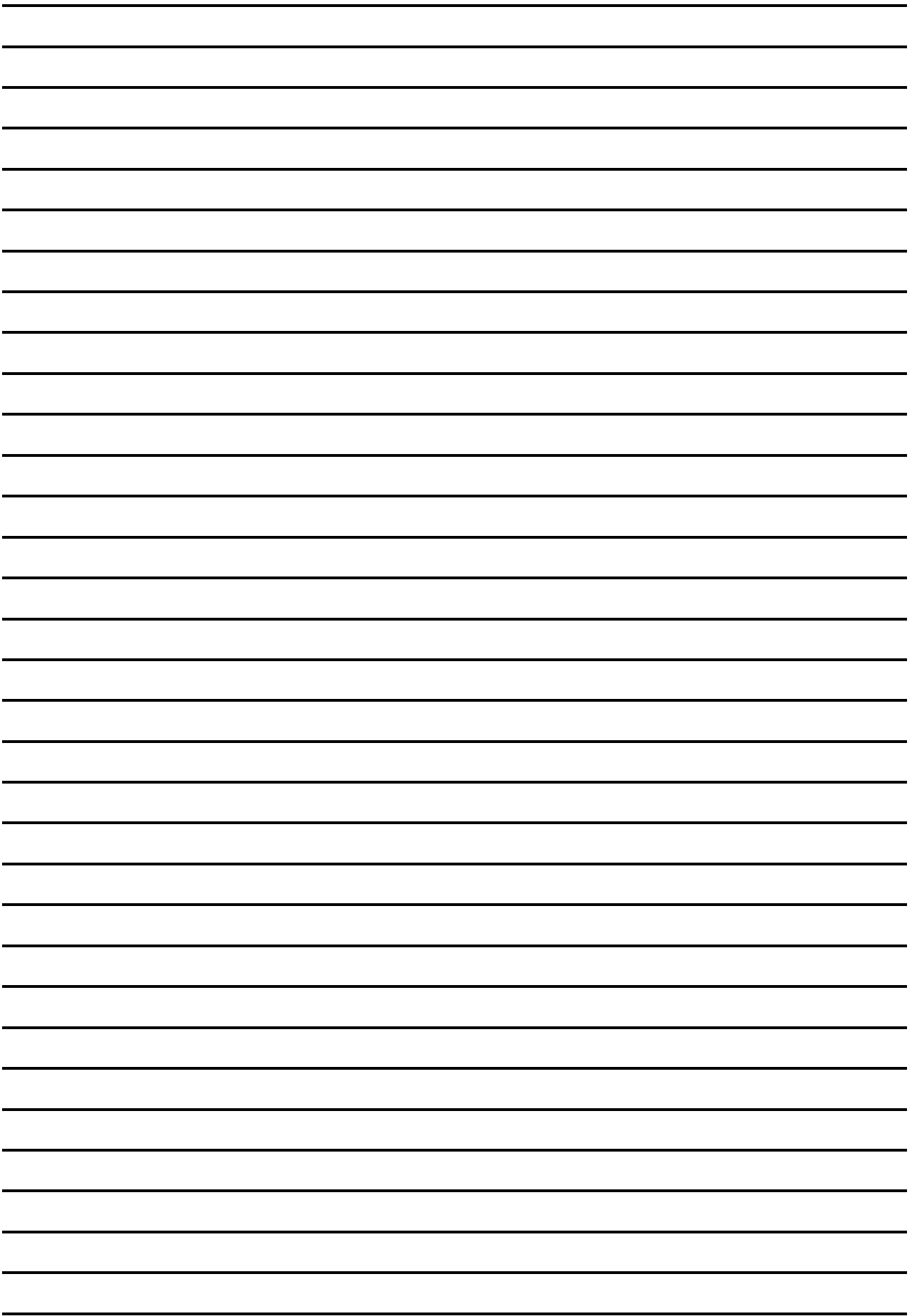
**COMPROVANTE DO TEMA SORTEADO PARA A PROVA DIDÁTICA  
Concurso Público para Professor Efetivo – Edital nº \_\_\_/\_\_\_-PROGESP**

ÁREA: \_\_\_\_\_  
NOME DO CANDIDATO: \_\_\_\_\_  
TEMA SORTEADO: \_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) - Preenchido pelo chefe de sala  
CHEFE DE SALA: \_\_\_\_\_  
FISCAL: \_\_\_\_\_







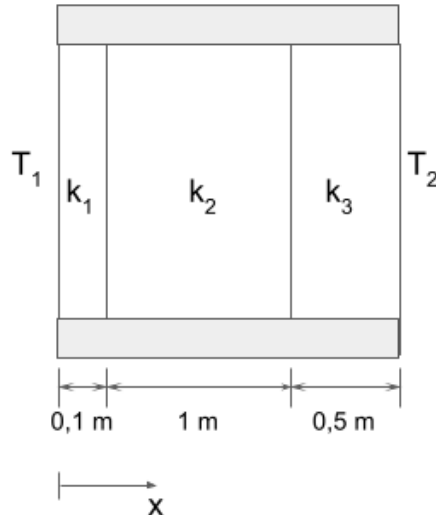


Blank lined area for response.

Fim do Espaço destinado à Resposta da questão discursiva

### QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

01. Na parede plana mostrada na figura abaixo, ocorre condução de calor unidimensional em regime permanente na direção  $x$ . As temperaturas nas superfícies de contorno são  $T_1 = 130\text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ , as condutividades térmicas são  $k_1 = 0,1\text{ W/(m }^\circ\text{C)}$ ,  $k_2 = 3\text{ W/(m }^\circ\text{C)}$  e  $k_3 = 1\text{ W/(m }^\circ\text{C)}$ . A área da seção transversal da parede, normal à  $x$ , é  $A = 2\text{ m}^2$ .

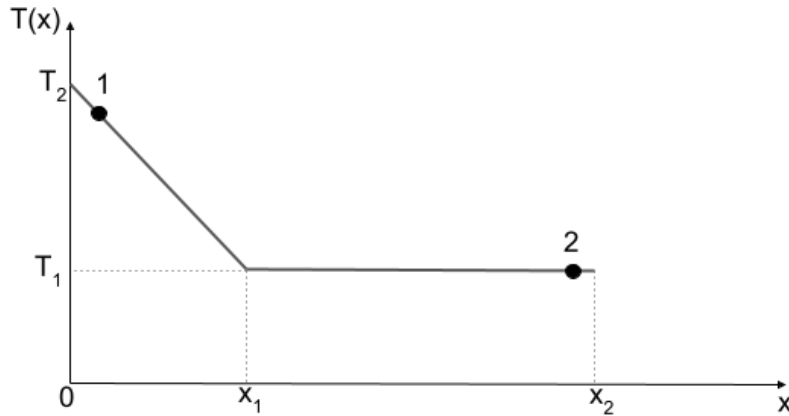


O fluxo de calor através da parede é

- A) 120 W.
  - B) 60 W/m<sup>2</sup>.
  - C) 120 W/m<sup>2</sup>.
  - D) 60 W.
02. Sobre escoamento compressível supersônico de ar em um tubo cuja área da seção de passagem varia na direção do escoamento, é possível afirmar que
- A) o ar desacelera se a área da seção de passagem aumenta na direção do escoamento.
  - B) o ar acelera se a área da seção de passagem aumenta na direção do escoamento.
  - C) o ar acelera se a área da seção de passagem diminui na direção do escoamento.
  - D) o ar é comprimido com o aumento da área da seção de passagem.
03. Um cubo maciço tem aresta igual a 1 m e é constituído por um material com densidade e calor específico respectivamente iguais a  $5\text{ Kg/m}^3$  e  $3,5\text{ KJ/(Kg }^\circ\text{C)}$ . O cubo está a  $100\text{ }^\circ\text{C}$  e é colocado para resfriar ao ar livre, cuja temperatura é  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . A quantidade de energia que terá sido retirada do cubo quando ele atingir  $90\text{ }^\circ\text{C}$  é
- A) 350 KJ.
  - B) 35 KJ.
  - C) 175 KJ.
  - D) 17.5 KJ.



04. A distribuição de temperatura em um processo de condução unidimensional em que não há geração de calor consiste de dois trechos retos, conforme mostrado no gráfico abaixo.



Sobre a taxa de variação de temperatura,  $\partial T/\partial t$ , e o fluxo de calor na direção  $x$ ,  $q_x$ , pode-se afirmar que

- A)  $\partial T/\partial t = 0$  nos pontos 1 e 2.  
 B)  $\partial T/\partial t = 0$  no ponto 2, mas não no 1.  
 C)  $q_x = 0$  no ponto 1 e  $\partial T/\partial t = 0$  no ponto 2.  
 D)  $q_x = 0$  nos pontos 1 e 2.
05. Um engenheiro deve escolher as placas de cobertura do telhado de uma casa que fica exposta à radiação solar durante o dia. É preferível que as placas sejam revestidas por materiais que minimizem o efeito do aquecimento devido à radiação. Quatro placas distintas estão disponíveis, sendo a mais adequada, com base na emissividade do material de revestimento, a de
- A) **baixa** emissividade nos comprimentos de onda abaixo de  $2 \mu\text{m}$ , que incluem radiação visível, e **alta** emissividade nos comprimentos de onda acima de  $2 \mu\text{m}$ , na faixa do infravermelho.  
 B) **baixa** emissividade nos comprimentos de onda abaixo de  $2 \mu\text{m}$ , que incluem radiação visível, e **baixa** emissividade nos comprimentos de onda acima de  $2 \mu\text{m}$ , na faixa do infravermelho.  
 C) **alta** emissividade nos comprimentos de onda abaixo de  $2 \mu\text{m}$ , que incluem radiação visível, e **baixa** emissividade nos comprimentos de onda acima de  $2 \mu\text{m}$ , na faixa do infravermelho.  
 D) **alta** emissividade nos comprimentos de onda abaixo de  $2 \mu\text{m}$ , que incluem radiação visível, e **alta** emissividade nos comprimentos de onda acima de  $2 \mu\text{m}$ , na faixa do infravermelho.
06. Considere a cavidade cilíndrica fechada mostrada na figura abaixo. Assuma que internamente a cavidade é formada por duas superfícies: a superfície 1 é a superfície circular do fundo, conforme mostrado na figura, e o restante das paredes internas constitui a superfície 2. A área da superfície 1 é  $A_1$  e o fator de forma da superfície 1 para a 2 é  $F_{12}$ , enquanto a área da superfície 2 é  $A_2$  e o fator de forma da superfície 2 para a 1 é  $F_{21}$ . É correto afirmar que:

- A)  $F_{12} = F_{21}$   
 B)  $F_{12} = 1$  e  $F_{21} = A_1/A_2$   
 C)  $F_{12} = A_1 F_{21}/A_2$  e  $F_{21} = A_2 F_{12}/A_1$   
 D)  $F_{12} = A_2/A_1$  e  $F_{21} = 1$



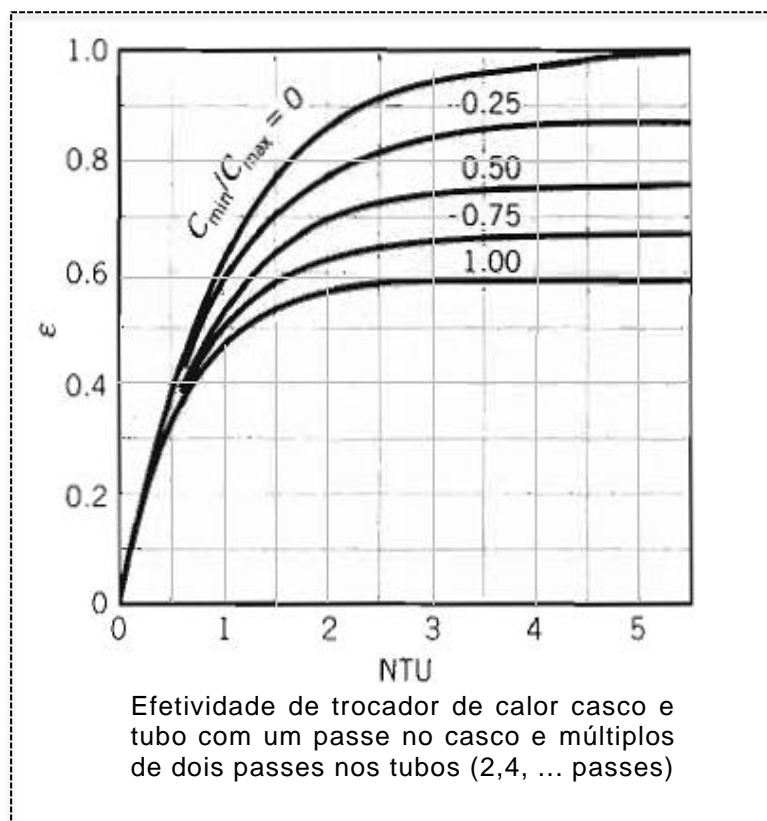
07. Um misturador de água adiabático possui duas entradas de água e uma saída. Água fria a 9 °C entra a uma vazão de 0,25 kg/s, enquanto água morna a 45 °C, sai a 1 kg/s. A temperatura de entrada da água quente é
- A) 90 °C.                      C) 54 °C.  
 B) 81 °C.                      D) 57 °C.
08. Em um trocador de calor contracorrente escoam, sem mudança de fase, um fluido quente e um frio. O fluido quente entra a 100 °C e sai a 70 °C. O fluido frio entra a 50 °C e sai a 80°C. A diferença de temperatura média logarítmica é
- A) DTML = 60°C.              C) DTML = infinito.  
 B) DTML = 0°C.                D) DTML = 30°C.
09. Um trocador de calor do tipo casco e tubo, com uma passagem no casco e duas nos tubos, deve ser projetado como um condensador de um ciclo Rankine. Vapor d'água saturado entra no casco e sai como líquido saturado. Água escoam no casco com vazão de 3 kg/s e calor específico de 4 kJ/(kg.K). Dados preliminares indicam uma efetividade de 60%. O coeficiente global de troca de calor é 2000 W/(m<sup>2</sup> K).

Outras informações:

$q_{\max} = C_{\min} \cdot \Delta T$ , onde  $C_{\min}$  é relativo ao o fluido com a menor capacidade térmica.

$C_{\max} \rightarrow \infty$  em trocadores de calor com mudança de fase.

$NUT = \frac{U \cdot A}{C_{\min}}$  é o número de unidades de transferência (adimensional).



Com base no exposto, a área do trocador de calor é de

- A) A = 9,6 m<sup>2</sup>.              B) A = 7,5 m<sup>2</sup>.              C) A = 5,8 m<sup>2</sup>.              D) A = 15,0 m<sup>2</sup>.

10. Anemômetros são dispositivos utilizados para estimar a velocidade de fluidos em função das perdas por convecção. Uma placa plana é isolada no fundo, e passa uma corrente de 10 A e voltagem de 12 Volts, dissipando 120 W na superfície superior por onde escoava um fluido.

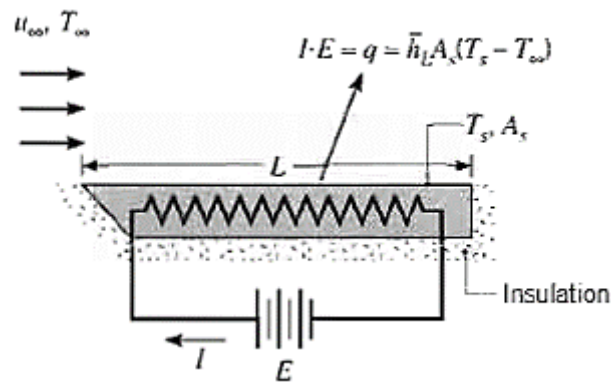
Outras informações:

Placa quadrada de 1 m x 1 m,  
 Temperatura da superfície = 32°C,  
 Temperatura do fluido = 20 °C,  
 Condutividade térmica do fluido,  $k = 0,01 \text{ W/m.K}$ ,  
 Prandtl do fluido = 1,  
 Viscosidade cinemática do fluido,  $\nu = 10 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

As perdas por convecção na placa plana são determinadas segundo a relação abaixo.

$$\text{Nu} = hL/k = 0,5 \text{ Re}^{1/2} \text{Pr}^{1/3}$$

$$\text{Re} = \nu L/\nu$$



Com base no exposto, a velocidade do fluido é de

- A) 4 m/s.  
 B) 40 m/s.  
 C) 2 m/s.  
 D) 20 m/s.
11. A solução por similaridade fornece o número de Nusselt associado à transferência de calor por convecção em uma placa plana sobre a qual um fluido escoava paralelamente à placa sob regime laminar:  $\text{Nu} = C \text{Re}^{1/2} \text{Pr}^{1/3}$   
 O valor da constante  $C$  é:
- A)  $C = 0,332$ .  
 B)  $C = 0,534$ .  
 C)  $C = 0,664$ .  
 D)  $C = 0,333$ .

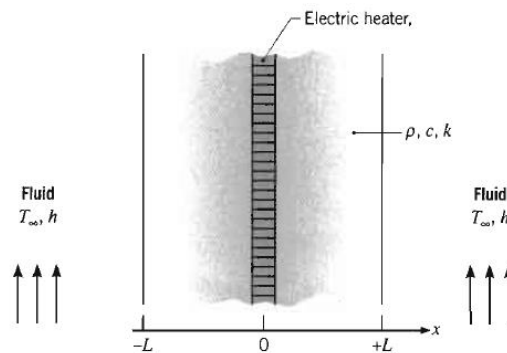
12. Considere a equação geral da difusão de calor:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

A afirmativa **INCORRETA** é

- A)  $\frac{\partial T}{\partial t}$  é a variação de temperatura com a espessura.
- B)  $\dot{q}$  é a geração de energia por unidade de volume.
- C)  $k$  é a condutividade térmica W/m K.
- D)  $\alpha$  é a difusividade térmica m<sup>2</sup>/s.

13. Um bloco que possui uma resistência elétrica no centro, que gera 1100 W, é utilizado em um experimento para determinar a condutividade térmica de materiais. O bloco é isolado na base, no topo e em duas laterais, de forma que o calor se propaga em uma única direção, conforme representado na figura abaixo.



As laterais são resfriadas pelo ar a 25°C com coeficiente convectivo  $h=11$  W/m<sup>2</sup>.K. A temperatura máxima ocorre no centro do bloco sendo 80°C. As áreas laterais são de 1 m<sup>2</sup>. A metade da espessura do bloco é de  $L = 50$  cm. O perfil de temperatura é parabólico segundo a relação

$$T = \frac{-\dot{q} \cdot x^2}{2 \cdot k} + C_1 \cdot x + C_2$$

Em que  $C_1$  e  $C_2$  são constantes.

Aplicando as condições de contorno, a condutividade do bloco é de

- A)  $k=17,5$  W/(m.K).
- B)  $k=20$  W/(m.K).
- C)  $k=27,5$  W/(m.K).
- D)  $k=7,5$  W/(m.K).

14. Considere a expressão abaixo:

$$\nabla \cdot \vec{V} = 0$$

Essa expressão representa a equação da conservação da massa (continuidade) para um fluido incompressível em um escoamento

- A) em regime transiente apenas.
- B) em regime transiente ou em regime permanente.
- C) em regime permanente apenas.
- D) em regime uniforme.

15. A expressão abaixo representa a equação da conservação da massa (continuidade) para um fluido incompressível em um determinado regime de escoamento. Ela representa a taxa de mudança do volume por unidade de volume, sendo denominada de taxa de dilatação volumétrica. Na presente situação, a taxa de dilatação volumétrica é nula.

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

De acordo com essa equação,

- A) o fluido não pode se deformar.
- B) ela é a soma de deformações angulares sofridas por um elemento de volume de fluido.
- C) ela é a soma de deformações lineares sofridas por um elemento de volume de fluido.
- D) nenhuma das alternativas está correta.

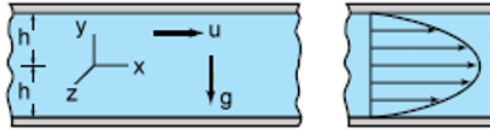
16. As equações abaixo são denominadas de Equações de Navier-Stokes e, quando combinadas com a Equação da Conservação da Massa, fornecem uma descrição completa do escoamento tridimensional transiente incompressível de um fluido newtoniano.

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + g_x + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + g_y + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + g_z + \nu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \end{aligned}$$

Essas equações

- A) representam um balanço de forças de corpo em um elemento fluido.
- B) representam um balanço de forças de superfície em um elemento fluido.
- C) são equações de transporte que contêm termos advectivos, difusivos e fontes.
- D) representam um balanço de forças inerciais em um elemento fluido.

17. Considere o escoamento laminar de um fluido incompressível, em regime permanente, completamente desenvolvido, em um canal de placas paralelas, como representado na figura abaixo.



A partir das Equações de Navier-Stokes, combinadas com a Equação da Conservação da Massa, foram realizadas as simplificações nas mesmas para o escoamento considerado e determinada a expressão do perfil de velocidade para esse escoamento.

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + g_x + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$

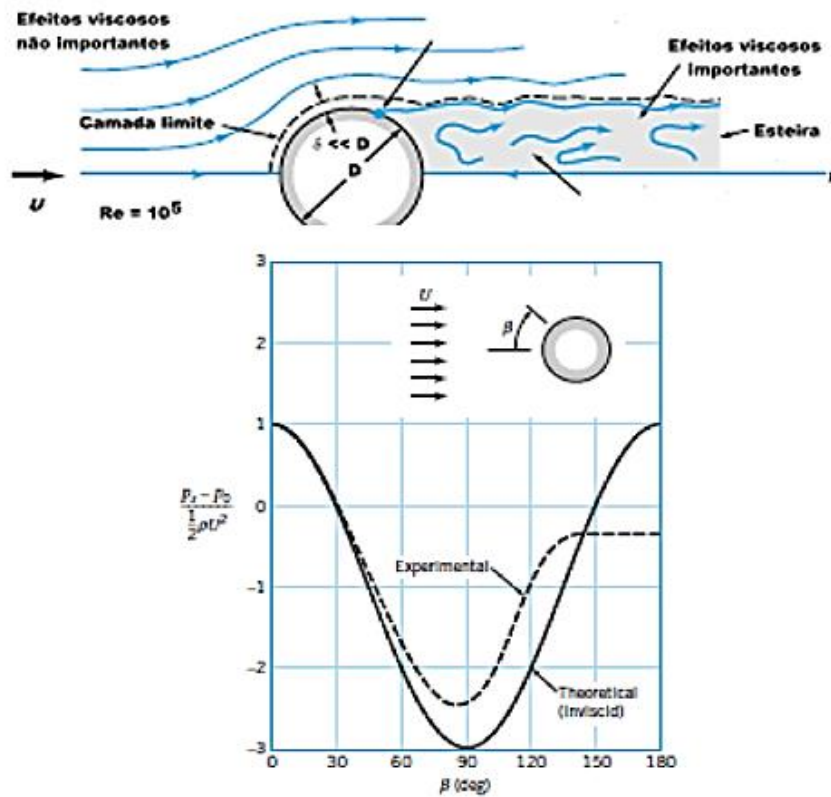
$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + g_y + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + g_z + \nu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right)$$

O perfil de velocidade obtido é dado pela equação:

A)	$u(y) = \frac{1}{2\mu} \frac{\partial p}{\partial x} (y^2 - h^2)$
B)	$u(x) = \frac{3}{2} (1 - x^2)$
C)	$v(y) = \frac{3}{2} (1 - y^2)$
D)	$v(y) = \frac{1}{2\mu} \frac{\partial p}{\partial x} (y^2 - h^2)$

18. A teoria da camada limite confina os efeitos viscosos em um escoamento, principalmente para regiões com números de Reynolds altos, à uma fina região, de espessura  $\delta$ , onde os gradientes de velocidade são importantes. Fora da camada limite o escoamento pode ser tratado como irrotacional.



A segunda figura ilustra uma comparação entre a distribuição (adimensional) de pressão teórica (fluido invíscido) e experimental sobre a superfície de um cilindro circular. A figura revela que apenas na parte frontal do cilindro há uma concordância razoável entre os resultados do escoamento potencial e os resultados experimentais. As grandes diferenças entre os resultados na parte traseira do cilindro se devem

- A) à rugosidade elevada da superfície do cilindro.
- B) ao gradiente de pressão favorável na região da esteira.
- C) ao escoamento irrotacional induzido na esteira do cilindro.
- D) à separação da camada limite sobre a superfície do cilindro.

19. As equações médias de Reynolds para escoamentos turbulentos são obtidas a partir da definição de média temporal e da separação das variáveis instantâneas do escoamento ( $u$ , por exemplo) em uma parte média ( $\bar{u}$ ) e outra de flutuação ( $u'$ ), aplicadas às equações de Navier-Stokes:

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} u(x, y, z, t) dt \quad u = \bar{u} + u'$$

onde  $T$  é o intervalo de tempo apropriado em que a média é definida. Em relação ao processo de média temporal definido acima, é correto afirmar que:

- A) Apenas escoamentos turbulentos em regime permanente podem ser estudados com as equações médias de Reynolds.
  - B) O intervalo de tempo tomado para realizar a média, deve ser tal que ele seja muito menor do que o período das maiores flutuações e muito menor do que qualquer variação temporal da velocidade média.
  - C) O intervalo de tempo tomado para realizar a média, deve ser tal que ele seja muito maior do que o período das maiores flutuações e muito menor do que qualquer variação temporal da velocidade média.
  - D) Nenhuma das alternativas está correta.
20. Para a determinação do fator de atrito,  $f$ , no escoamento turbulento interno em tubos, a equação de Colebrook é uma das mais empregadas, sendo definida como:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

onde  $\varepsilon$  é a rugosidade da parede do tubo,  $D$  é o diâmetro do tubo e  $\text{Re}$  é o número de Reynolds. Com base nessa equação e nos fundamentos de escoamento turbulento em tubos, pode-se afirmar que

- A) Para números de Reynolds muito grandes, a maior parte dos elementos de rugosidade emerge através da subcamada viscosa. A perda de carga depende somente do tamanho dos elementos da rugosidade, *i.e.*, da rugosidade relativa. Diz-se do escoamento completamente rugoso.
- B) Para valores pequenos de rugosidade, o fator de atrito tende a seguir a curva de tubo liso, dependendo apenas do número de Reynolds.
- C) À medida que o número de Reynolds aumenta, a espessura da subcamada viscosa diminui, de maneira que os elementos rugosos começam a emergir nessa subcamada. O fator de atrito é função do número de Reynolds e também da rugosidade relativa.
- D) Todas as alternativas estão corretas.



