

- Cada um dos itens das provas objetivas está vinculado ao comando que imediatamente o antecede. De acordo com o comando a que cada um deles esteja vinculado, marque, na **Folha de Respostas**, para cada item: o campo designado com o código **C**, caso julgue o item **CERTO**; ou o campo designado com o código **E**, caso julgue o item **ERRADO**. A ausência de marcação ou a marcação de ambos os campos não serão apenadas, ou seja, não receberão pontuação negativa. Para as devidas marcações, use a **Folha de Respostas**, único documento válido para a correção das suas provas objetivas.
- Em seu caderno de provas, caso haja item(ns) constituído(s) pela estrutura **Situação hipotética**: ... seguida de **Assertiva**: ..., os dados apresentados como situação hipotética devem ser considerados premissa(s) para o julgamento da assertiva proposta.
- Nos itens que avaliem **conhecimentos de informática** e(ou) **tecnologia da informação**, a menos que seja explicitamente informado o contrário, considere que todos os programas mencionados estão em configuração-padrão e que não há restrições de proteção, de funcionamento e de uso em relação aos programas, arquivos, diretórios, recursos e equipamentos mencionados.
- Eventuais espaços livres — identificados ou não pela expressão “**Espaço livre**” — que constarem deste caderno de provas poderão ser utilizados para rascunho.

-- PROVAS OBJETIVAS --

-- CONHECIMENTOS BÁSICOS --

Texto CB1A1-I

Os testes econométricos realizados para o estado de São Paulo mostram que a disponibilidade de gás natural teve importância na localização industrial. Tal resultado é corroborado pela avaliação de que seu efeito impacta mais a indústria consumidora intensiva do que a média das indústrias.

Por outro lado, esta análise também está limitada pelo conjunto de variáveis disponíveis para controle. Embora tenham sido incluídas no modelo variáveis fundamentais no processo de localização, é inevitável que haja um grupo de variáveis omitidas. Citam-se, por exemplo, a relação entre os preços dos energéticos, as questões tributárias, a proximidade com pontos de exportação e com outras fontes de insumos importantes.

Essa constatação, por sua vez, não diminui a relevância dos testes produzidos. Ao contrário, se se pode provar que a malha de gasodutos do país serve como fator de atração de atividade econômica, pode-se apontar mais uma possibilidade de atuação do setor público no intuito de garantir um processo de desconcentração econômica mais efetiva no país. A construção de uma malha mais eficiente e abrangente surge, portanto, como um importante desafio a ser considerado no planejamento energético nacional.

Edgar Antonio Perloti *et al.* Concentração espacial da indústria de São Paulo: evidências sobre o papel da disponibilidade de gás natural. *Energia e ambiente*. 30 (87), maio-ago./2016 (com adaptações).

Considerando as ideias veiculadas pelo texto CB1A1-I, julgue os itens a seguir.

- 1 Na conclusão do texto, os autores propõem que a comprovação da atratividade do gás natural para o desenvolvimento econômico sinaliza que investimentos do Estado na rede de distribuição desse gás podem contribuir para a descentralização da produtividade econômica no país.
- 2 Segundo o texto, o fato de a localização da indústria de alto consumo ser a mais afetada pela disponibilidade de gás natural confirma o papel da malha de gasodutos como infraestrutura de incentivo ao desenvolvimento industrial.
- 3 Infere-se do texto que a localização da indústria com menor consumo energético permaneceu imune à oferta de gás natural.
- 4 De acordo com o texto, os testes econométricos realizados no estudo em questão consideraram, em seu modelo, as variáveis atreladas à taxação.

Julgue os itens que se seguem, referentes aos mecanismos de coesão referencial empregados no texto CB1A1-I.

- 5 A expressão “Essa constatação” (início do último parágrafo) retoma o conteúdo do último período do segundo parágrafo.
- 6 No último período do primeiro parágrafo, o pronome “seu” é correferente da expressão “Tal resultado”.

Acerca dos mecanismos de coesão sequencial e temporal empregados no texto CB1A1-I, julgue os seguintes itens.

- 7 No último período do último parágrafo, a substituição do conector “portanto” pela expressão **além disso** manteria a coerência das ideias do texto.
- 8 O tempo verbal empregado na locução “tenham sido incluídas” (segundo período do segundo parágrafo) indica que a ação por ela designada ocorreu no mesmo passado em que foi desenvolvido o estudo comentado no texto.
- 9 As expressões “Por outro lado” (início do segundo parágrafo) e “por sua vez” (primeiro período do último parágrafo) introduzem contrapontos argumentativos.
- 10 No segundo período do último parágrafo, a substituição da locução verbal “pode provar” por **puder provar** manteria a coerência do texto.
- 11 A expressão “Ao contrário” (segundo período do último parágrafo) estabelece uma oposição à ideia de que a limitação imposta pela escolha das variáveis restringe a relevância dos testes.

A respeito do emprego dos sinais de pontuação e do sinal indicativo de crase no texto CB1A1-I, julgue os próximos itens.

- 12 No trecho “seu efeito impacta mais a indústria consumidora intensiva do que a média das indústrias” (final do primeiro parágrafo), seria correto o uso do sinal indicativo de crase no vocábulo “a”, desde que em ambas as suas ocorrências.
- 13 A inserção de uma vírgula imediatamente depois do vocábulo “que” (primeiro período do primeiro parágrafo) manteria a correção gramatical do texto.
- 14 Estaria preservada a correção gramatical do texto caso fosse suprimida a vírgula empregada após o vocábulo “portanto” (último período do último parágrafo).
- 15 No último período do segundo parágrafo, a substituição da vírgula após “exemplo” pelo sinal de dois-pontos não prejudicaria a correção gramatical do texto.

A respeito das relações de subordinação presentes no texto CB1A1-I, julgue os itens subsequentes.

- 16 Sem prejuízo dos sentidos do texto, a expressão “no intuito de” (penúltimo período do último parágrafo) poderia ser substituída por **com o objetivo de**.
- 17 No segundo período do segundo parágrafo, o vocábulo “Embora” introduz oração que se classifica como adverbial consecutiva.

Considerando as relações de concordância verbal estabelecidas no texto CB1A1-I, julgue os próximos itens.

- 18 No segundo período do segundo parágrafo, a supressão do segmento “um grupo de” ensejaria que a forma verbal “haja” fosse flexionada no plural — **hajam** —, para a adequada concordância com o termo “variáveis”.
- 19 Estaria mantida a correção gramatical do texto caso a forma verbal “serve” (segundo período do último parágrafo) fosse flexionada na terceira pessoa do plural — **servem** —, dada a possibilidade de concordância verbal com o termo mais próximo, “gasodutos”.
- 20 A forma verbal que inicia o último período do segundo parágrafo está na voz passiva pronominal e sua flexão na terceira pessoa do plural justifica-se pelo fato de o sujeito ser composto.

Text CB1A2-I

Oppenheimer’s brief advance into astrophysics began with a 1938 paper about neutron stars, which continued in a 1939 installment that further incorporated the principles of Einstein’s general theory of relativity. He then published a third paper on black holes on September 1st, 1939—but at the time, it was scarcely noticed because this was the very day Germany invaded Poland, launching World War II. Oppenheimer never wrote on the topic again.

Even if it hadn’t been overshadowed by war, Oppenheimer’s work on neutron stars and black holes “was not understood to be terribly significant at the time,” says Cathryn Carson, a historian of science at the University of California, Berkeley.

Each paper was written with a different member of the swarm of graduate students that Oppenheimer carefully cultivated. These protégés facilitated his ability to jump between research topics—and ultimately, helped him develop some of his most important contributions to physics.

Oppenheimer’s climactic third paper, written with his student Hartland Snyder, explores the implications of general relativity on the universe’s most massive stars. Although the physicists needed to include some assumptions to simplify the question, they determined that a large enough star would gravitationally collapse indefinitely—and within a finite amount of time, meaning that the objects we now know as black holes could exist.

Internet: <scientificamerican.com> (adapted).

Based on text CB1A2-I, judge the following items.

- 21 Oppenheimer’s paper on black holes received little attention at the time it was published.
- 22 According to Cathryn Carson, Oppenheimer’s work on neutron stars and black holes was meaningless at the time it was developed.
- 23 With the help of his students, Oppenheimer could easily shift from one research topic to another.
- 24 The word “war” (first sentence of the second paragraph) refers to any war.
- 25 Hartland Snyder helped Oppenheimer write his least relevant paper in physics.

Based on the vocabulary and linguistic aspects of text CB1A2-I, judge the following items.

- 26 The pronoun “they” (last sentence of the last paragraph) refers to the word “assumptions”.
- 27 The word “overshadowed” (first sentence of the second paragraph) means, in the context of text CB1A2-I, “made less noticeable”.
- 28 The word “installment” (first sentence of the first paragraph) means, in the context of text CB1A2-I, “to make it ready to use”.
- 29 The word “physicists” means “medical doctors”.
- 30 Graduate students are people studying for a master’s degree or doctorate.

Espaço livre

-- CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS --**BLOCO I**

Acerca das características dos compressores de gás natural dos tipos alternativo e centrífugo, julgue os itens que se seguem.

- 31** Os compressores centrífugos são mais adequados que os alternativos para situações em que seja necessária uma elevada vazão de gás natural em baixas pressões de descarga.
- 32** Compressores alternativos funcionam por meio de rotores giratórios que aceleram o gás, aumentando a pressão dele no processo.
- 33** Os compressores alternativos são mais adequados que os centrífugos para operações que requeiram baixas pressões de descarga e altas vazões de gás, portanto são mais indicados para processos de transporte de gás natural em longas distâncias.
- 34** Em relação ao princípio pelo qual se obtém a compressão do gás, compressores alternativos são classificados como de deslocamento dinâmico, e compressores centrífugos, como de deslocamento positivo.

Em relação a tipos de turbinas a gás, suas aplicações, seus modos de controle e aspectos de sua manutenção, julgue os itens a seguir.

- 35** Entre as atividades de manutenção periódica de turbinas a gás, a inspeção dos componentes internos é uma que deve ser realizada somente em casos de falha, não sendo parte do plano de manutenção preventiva.
- 36** Entre os diversos tipos de turbinas a gás, as turbinas de geração e as aeroespaciais são as mais utilizadas no setor de petróleo e gás.
- 37** A geometria das pás em turbinas a gás não interfere na eficiência do controle operacional nem na carga demandada.

No que se refere aos ciclos termodinâmicos em que turbinas a gás operam para a geração de potência, julgue os próximos itens.

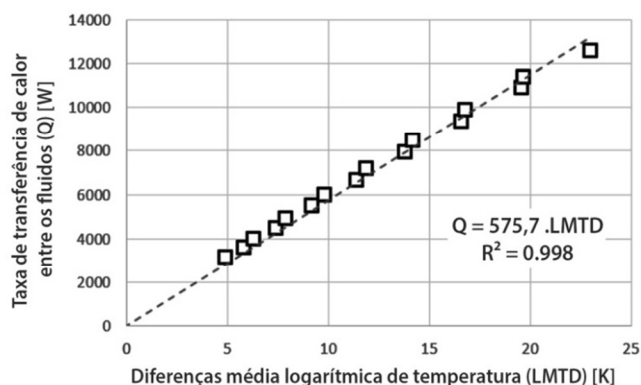
- 38** O ciclo de geração de potência de Rankine é um ciclo térmico utilizado em turbinas a gás para aproveitar o calor do gás de exaustão da turbina e produzir vapor, que é utilizado para acionar uma segunda turbina e gerar energia elétrica adicional.
- 39** O efeito da temperatura atingida na câmara de combustão sobre a eficiência do ciclo de geração de potência é significativo, uma vez que, observados os limites aplicáveis, uma alta temperatura de combustão resulta em maior eficiência térmica na expansão do gás na turbina.
- 40** O aumento na relação de compressão, isto é, a relação entre a pressão de entrada e a pressão de saída, é um dos principais fatores que contribuem para o aumento da eficiência em ciclos de geração de potência em turbinas a gás.
- 41** O resfriamento do ar aspirado antes da compressão é uma prática que aumenta a potência líquida produzida pelo ciclo da turbina a gás.

Considerando aspectos construtivos, de operação e de manutenção de sistemas de dutos e projetos voltados para o segmento de óleo e gás, julgue os itens subsequentes.

- 42** Ao se projetarem sistemas de dutos para o segmento de óleo e gás, a escolha adequada do diâmetro e da espessura das tubulações é essencial para garantir a integridade e a eficiência do transporte dos fluidos, devendo-se considerar fatores como pressão, temperatura e tipo de conteúdo transportado.
- 43** PIGs são dispositivos cuja função exclusiva é a limpeza dos gasodutos, mediante a remoção de quaisquer depósitos e resíduos que possam comprometer a eficiência do transporte do gás.
- 44** O principal objetivo da inspeção interna executada por PIGs é a redução da vazão de gás no gasoduto, o que evita o desperdício de energia durante o transporte do gás.

Na indústria de gás natural, os motores de combustão interna são frequentemente utilizados para impulsionar compressores, geradores e outros equipamentos essenciais. A respeito da aplicação dos motores de quatro tempos, julgue os itens subsequentes.

- 45** O ciclo termodinâmico Otto, de quatro tempos, consiste em admissão, compressão, expansão (combustão) e escape, sendo amplamente utilizado em motores de combustão interna a gasolina.
- 46** O ciclo Otto, de quatro tempos, caracteriza-se por ter alta eficiência térmica, principalmente em motores automotivos, devido à baixa relação de compressão utilizada, que melhora o aproveitamento do combustível e a eficiência de combustão.
- 47** A taxa de compressão no ciclo Otto, que influencia diretamente a eficiência e o desempenho do motor, pode ser calculada pela razão entre o volume do cilindro no final da fase de compressão e o volume do cilindro no início dessa fase.



A partir do gráfico apresentado anteriormente, produzido com base em dados da avaliação do desempenho de um evaporador de gás natural, julgue os itens seguintes, desprezando trocas de calor com o ambiente.

- 48** Os valores da taxa de transferência de calor entre os fluidos (Q) mostram o calor absorvido pelo gás natural no evaporador, indicando a transferência de calor do fluido de maior temperatura ao gás natural para a evaporação deste.
- 49** Cada valor de LMTD indica uma diferença média logarítmica de temperatura entre os fluidos de maior e menor temperatura, a qual, em certas condições, pode ser assumida como constante ao longo de toda a área de transferência de calor do evaporador.
- 50** Depreende-se do gráfico que o coeficiente global de transferência de calor é inferior a 600 W/K.

Em relação a contratos de transporte de gás natural e conceitos de medição de vazão em projetos de gás natural, julgue os próximos itens.

- 51 A aplicação da equação de Bernoulli e da continuidade entre seções montante-jusante da placa de orifício fornece a vazão mássica teórica, considerando-se escoamento uniforme, fluido incompressível e desprezando-se as perdas por atrito entre as tomadas de pressão.
- 52 Quando há erro na instalação, uma solução possível é inverter a posição da placa de orifício para facilitar o escoamento do fluido, o que reduz o diferencial de pressão medido para uma dada vazão de fluido através da placa, que registra vazão bem menor que a real.
- 53 Os medidores de fluxo de volume, assim como os medidores rotativos e de diafragma, são ideais em casos de fortes variações de temperatura e pressão, devido à sua capacidade de medir a massa do gás nessas circunstâncias.
- 54 No gasoduto, em cada ponto de transferência de custódia, há um sistema de medição, cujas medidas de vazão compõem o cálculo do volume transportado de interesse do produtor, do *shipper*, do transportador, do distribuidor e do consumidor final.
- 55 A partir da densidade do gás natural, na pressão de 101.325 Pa e na temperatura de 20 °C, é possível determinar o volume que ele ocupa nessas condições, o que resulta no volume de referência, também chamado de volume normal ou volume padrão.
- 56 Em um trecho custodiado do gasoduto, o balanço de transferência pode ser obtido pela expressão

$$g_a + \Delta g_p - g_r - g_c = 0,$$

em que g_a representa a quantidade de gás admitido, g_p , a quantidade de gás presente, ou seja, aquele necessário à continuidade operacional, g_r , a quantidade de gás retirado, e g_c , a quantidade de gás consumido, o qual se refere, por exemplo, a um turbocompressor utilizado para compensar as perdas de carga do deslocamento.

Acerca de projetos de sala de controle voltados para sistemas de rede, julgue os itens a seguir.

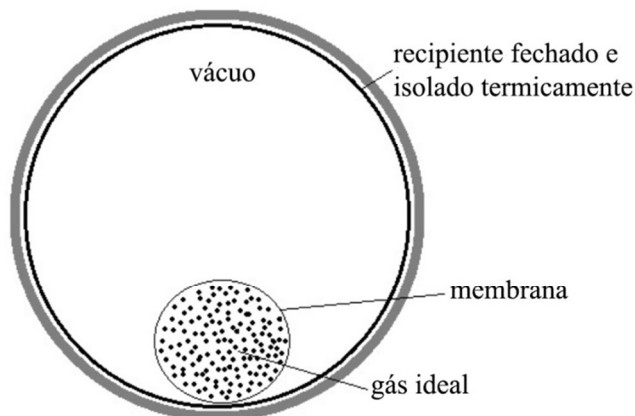
- 57 Ao se projetar uma sala de controle para sistemas em rede, é importante considerar a redundância de todas as conexões e circuitos de rede para garantir alta disponibilidade e minimizar interrupções em caso de falhas.
- 58 A norma ISO 11064 fornece diretrizes específicas para o *design* ergonômico de salas de controle, incluindo-se recomendações para leiaute de telas, consoles, equipamentos e detalhamentos de aspectos relevantes para sistemas de rede.

Julgue os itens subsequentes, a respeito de instrumentação industrial e de conceitos sobre sistemas de supervisão.

- 59 Válvulas de segurança são usadas em situações em que pequenas flutuações de pressão são aceitáveis e desejáveis, como em sistemas de HVAC, enquanto as de alívio são indicadas para os casos em que a subida súbita e significativa de pressão possa representar riscos graves em tanques de armazenamento, caldeiras e gasodutos.
- 60 A telemetria pode ser integrada a um sistema SCADA (*supervisory control and data acquisition*), o que permite a manutenção preditiva com comunicação bidirecional, monitoramento remoto, dados em tempo real e alarmes e notificações que possibilitam a rápida tomada de medidas corretivas.
- 61 O manômetro de tubo de *pitot* consiste em um tubo em forma de U, feito de vidro ou plástico transparente e preenchido com um fluido (geralmente mercúrio ou água), utilizado para medir a pressão por diferença de velocidade relativa, por meio da equação de Torricelli.
- 62 Transmissores são dispositivos que comutam grandezas físicas em sinais elétricos mensuráveis sobre o estado do processo e enviam os valores processados e interpretados para sistemas de controle ou monitoramento.
- 63 O transdutor de medição, assim como o termopar, o eletrodo de pH e o tubo de Bourdon, é um dispositivo que fornece uma grandeza de saída, a qual tem uma relação especificada com uma grandeza de entrada.
- 64 Aferição de instrumento é uma operação que estabelece, sob condições especificadas, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidas por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas.

Julgue os itens que se seguem, em relação às propriedades termodinâmicas de fluidos, às equações e aos simuladores de escoamento.

- 65 A variação de entalpia (ΔH) durante uma mudança de fase à pressão constante é dada pela equação $\Delta H = \frac{Q}{m \cdot L}$, em que Q representa a quantidade de calor transferida, m , a massa da substância que sofre a mudança de fase e L , o calor latente específico da substância.
- 66 De acordo com a equação de Navier-Stokes, a taxa de entrada de massa em um volume de controle é igual à taxa de saída de massa e depende da densidade do fluido, da área da seção transversal, da velocidade e do tempo.
- 67 A entropia (S), definida como o número de microestados (W) possíveis que correspondem a determinado estado macroscópico de um sistema, é dada por $S = k \cdot \ln(W)$, em que k representa a constante de Boltzmann.
- 68 O fator de compressibilidade (Z) é usado para corrigir os desvios de comportamento de gases reais em relação ao comportamento de um gás ideal; quando Z for significativamente diferente de 1, isso implica que o gás está se comportando de maneira não ideal.
- 69 São erros comuns nas simulações de gasodutos: dados insuficientes ou incompletos; modelos simplificados ou incompletos; condições de contorno incorretas; modelagem de equipamentos imprópria; validação insuficiente; convergência numérica insatisfatória ou desconhecimento de fatores externos.
- 70 A simulação do escoamento opera apenas em regime monofásico do escoamento, com iterações numéricas, sendo usadas equações que descrevem a dinâmica das interações entre gases e líquidos e a formação de bolhas ou deposição de líquidos nas paredes.

BLOCO II

Tendo como referência a figura precedente, que representa um recipiente fechado e isolado termicamente, julgue os itens a seguir.

- 71** Quando submetido a condições de alta pressão e alta temperatura, o comportamento de um gás real tende a se aproximar ao de um gás ideal.
- 72** No processo de expansão do gás ideal em razão do rompimento da membrana, que ocorre dentro de um recipiente rígido, fechado e isolado termicamente, a temperatura do gás diminui.

Julgue os próximos itens, com relação a tubo de pitot, ao medidor venturi e à placa de orifício, que são dispositivos utilizados para medir a vazão de um fluido em um escoamento completamente desenvolvido em uma tubulação.

- 73** A perda de carga de um medidor venturi é inferior à perda de carga de um medidor de placa de orifício para as mesmas condições.
- 74** A medição de vazão de um medidor venturi se baseia em um estrangulamento de seção, que ocasiona um aumento de velocidade do escoamento e consequente redução de pressão do fluido.
- 75** Para executar corretamente a medição utilizando o tubo de pitot, é necessário que a sonda com o orifício seja posicionada perpendicularmente à direção do escoamento no tubo, de forma que a medida possa ser realizada em qualquer um dos sentidos do escoamento.
- 76** A instalação dos referidos medidores pode ser realizada imediatamente a jusante de uma válvula presente na tubulação, pois a precisão das medições realizadas por esses dispositivos independe do local de instalação.

Julgue os seguintes itens, com relação a escoamentos completamente desenvolvidos em tubos circulares, posicionados horizontalmente, de seção constante e a regimes de escoamento.

- 77** No regime turbulento, as forças viscosas atuantes sobre as partículas fluidas são preponderantes em relação às forças de inércia.
- 78** No escoamento turbulento, o fator de atrito depende do número de Reynolds e da rugosidade relativa.
- 79** A rugosidade relativa e o número de Reynolds são parâmetros adimensionais.
- 80** A perda de carga em um escoamento laminar independe da velocidade do fluido.

No que se refere ao processamento de gás natural, julgue os itens que se seguem.

- 81** As frações pesadas do gás natural são aquelas de maior valor comercial.
- 82** As quantidades de N_2 e CO_2 presentes no gás natural distribuído para consumo se mantêm iguais às da composição do gás natural bruto, pois são componentes inertes e permanecem inalterados após a passagem do gás nas diferentes etapas da planta de processamento.
- 83** No processo de separação do gás natural bruto, as frações mais pesadas darão origem ao denominado “gás seco”, ao passo que as frações mais leves produzirão derivados recuperados na forma líquida.

A respeito da manutenção e da operação de transporte em gasodutos, julgue os itens subsequentes.

- 84** O uso periódico de equipamentos que percorrem a tubulação da instalação, com a finalidade de limpar, medir a espessura de parede e identificar pontos de atenção relacionados a problemas de solda, pequenos danos e corrosão, de modo a avaliar e verificar suas condições, é parte do sistema de manutenção de gasodutos baseado em manutenção corretiva.
- 85** O processo de transporte de gás natural utiliza sensores, atuadores e controladores distribuídos ao longo do percurso do gasoduto, interligados a uma rede de comunicação para fins de monitoramento e controle em tempo real da operação.

BLOCO III

Considerando as noções de segurança no trabalho e meio ambiente, julgue os itens seguintes.

- 86** O meio ambiente do trabalho engloba a forma como se organiza o empreendimento empregador, considerados os fatores químicos, físicos e biológicos intrínsecos ao processo produtivo, bem como as características socioeconômicas e psicoergonômicas, inclusive de relacionamento interpessoal, às quais está submetida a pessoa que trabalha.
- 87** Inserem-se entre os eixos principais da saúde do trabalhador a validação consensual; a não monetização do risco; a possibilidade (necessidade) de mudança dos processos de trabalho e das condições e dos ambientes de trabalho, em direção à humanização do trabalho; a saúde não delegada ao patrão, nem ao médico; e a valorização cognitiva e política da subjetividade operária.

Acerca de processos de transferência de calor, julgue os seguintes itens.

- 88** No processo de condução, o calor é transferido da menor para a maior temperatura.
- 89** Comparativamente aos líquidos, os gases possuem condutividade térmica menor, devido à sua menor densidade.
- 90** O coeficiente de transferência de calor dos gases em convecção livre é maior do que nos líquidos.
- 91** Ventiladores e bombas são utilizados no processo de convecção forçada de fluidos em tubulações.

Em relação aos trocadores de calor, julgue os itens subsequentes.

- 92** Nos trocadores de escoamento cruzado, o escoamento do fluido sobre os tubos é chamado de não misturado quando o feixe tubular não é aletado.
- 93** Os trocadores de calor de contracorrente podem ser utilizados como regeneradores para aquecer o ar de alta pressão que sai do compressor.
- 94** Nos trocadores de calor com tubos concêntricos e configuração paralela, os fluidos quente e frio entram pela mesma extremidade.
- 95** Uma grande densidade de tubos aletados, ou placas, compõe trocadores de calor compactos, os quais são projetados para obter menores superfícies de transferência de calor.

Julgue os próximos itens, referentes ao ciclo Brayton.

- 96** No ciclo real, a adição de calor acontece com queda de pressão, e a rejeição de calor ocorre com aumento de pressão.
- 97** No ciclo real, o compressor consome menos potência do trabalho produzido pela turbina, se comparado com o ciclo ideal.
- 98** Não existe processo isotérmico dentro do ciclo Brayton.
- 99** O aumento da potência do compressor é suficiente para aumentar a eficiência do ciclo térmico.
- 100** A característica regenerativa do ciclo Brayton consiste na utilização dos gases de exaustão para preaquecer o ar que entra na câmara de combustão.

Espaço livre
