

# PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. (PETROBRAS)

## PROCESSO SELETIVO PÚBLICO

Nível Superior

Aplicação: 5/8/2007

Cargo **15**:

**ENGENHEIRO(A) DE EQUIPAMENTOS JÚNIOR  
MECÂNICA**

**MANHÃ**

**Caderno U**

### LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 1 Confira atentamente se o tipo deste caderno — Caderno U — coincide com o que está registrado em sua folha de respostas. Em seguida, verifique se ele contém cento e cinquenta itens, correspondentes às provas objetivas, corretamente ordenados de 1 a 150.
- 2 Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis.
- 3 Não utilize lápis, lapiseira, borracha e(ou) qualquer material de consulta que não seja fornecido pelo CESPE/UnB.
- 4 Não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização do chefe de sala.
- 5 Recomenda-se não marcar ao acaso, cada item cuja resposta diverja do gabarito oficial definitivo receberá pontuação negativa, conforme consta em edital.
- 6 A duração das provas é de **quatro horas**, já incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas — e ao preenchimento da folha de respostas.
- 7 Você deverá permanecer obrigatoriamente em sala por, no mínimo, uma hora após o início das provas e poderá levar o seu caderno de provas somente no decurso dos últimos **quinze minutos** anteriores ao horário determinado para o término das provas.
- 8 Ao terminar as provas, chame o fiscal de sala mais próximo, devolva-lhe a sua folha de respostas e deixe o local de provas.
- 9 A desobediência a qualquer uma das determinações constantes no presente caderno ou na folha de respostas poderá implicar a anulação das suas provas.

#### AGENDA (datas prováveis)

- I **7/8/2007**, após as 19 h (horário de Brasília) – Gabaritos oficiais preliminares das provas objetivas: Internet — [www.cespe.unb.br/concursos/petrobras2007](http://www.cespe.unb.br/concursos/petrobras2007).
- II **8 e 9/8/2007** – Recursos (provas objetivas): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- III **30/8/2007** – Resultados finais das provas objetivas e do processo seletivo público: Diário Oficial da União e Internet.

#### OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o item 13 do Edital n.º 1 – PETROBRAS/PSP-RH-1, de 21/5/2007.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — [www.cespe.unb.br/concursos/petrobras2007](http://www.cespe.unb.br/concursos/petrobras2007).
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.



De acordo com o comando a que cada um dos itens de 1 a 150 se refira, 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.

## CONHECIMENTOS BÁSICOS

1 O aumento do controle e do uso, por parte do  
homem, da energia contida nos combustíveis fósseis,  
abundantes e baratos, foi determinante para as  
4 transformações econômicas, sociais, tecnológicas — e  
infelizmente ambientais — que vêm ocorrendo desde a  
Revolução Industrial.

7 Dentre as conseqüências ambientais do processo de  
industrialização e do inerente e progressivo consumo de  
combustíveis fósseis — leia-se energia —, destaca-se o  
10 aumento da contaminação do ar por gases e material  
particulado provenientes justamente da queima desses  
combustíveis.

13 Cabe lembrar que o efeito estufa existe na Terra  
independentemente da ação do homem. É importante que  
este fenômeno não seja visto como um problema: sem o  
16 efeito estufa, o Sol não conseguiria aquecer a Terra o  
suficiente para que ela fosse habitável. Portanto o problema  
não é o efeito estufa, mas, sim, sua intensificação.

19 A mudança climática coloca em questão os padrões  
de produção e consumo hoje vigentes. Atualmente fala-se  
muito em descarbonizar a matriz energética mundial, isto é,  
22 em aumentar a participação das energias renováveis em  
detrimento de combustíveis fósseis. Isto seria uma condição  
necessária mas não suficiente para a atenuação da mudança  
25 do clima, que depende também de outras mudanças na infra-  
estrutura, na tecnologia e na economia.

André Santos Pereira. **Mudança climática e  
energias renováveis.** (com adaptações).

Julgue os seguintes itens, a respeito do texto acima.

- 1 Para demonstrar sua tese, o autor indica haver mais conseqüências ambientais do processo de industrialização do que aquelas que enumera.
- 2 Preservam-se a correção gramatical e a coerência textual ao se empregar “as transformações econômicas, sociais, tecnológicas — e infelizmente ambientais” (l.3-5) no singular.
- 3 Na linha 9, a oração entre travessões “leia-se energia” explica como deve ser entendida a expressão “combustíveis fósseis”, e a vírgula após o segundo travessão é empregada para se destacar uma circunstância deslocada para o início do período.
- 4 Nos processos de coesão textual, a expressão “este fenômeno” (l.15) retoma a idéia de “aumento da contaminação do ar por gases e material particulado” (l.10-11).
- 5 Preservam-se a coerência da argumentação e a correção gramatical do texto ao se substituir “que este fenômeno não seja” (l.14-15) por **este fenômeno não ser**.
- 6 Ficam preservadas a coerência textual e a correção gramatical do texto, ao se substituir o sinal de dois-pontos depois de “problema” (l.15) pela conjunção **pois**, precedida e seguida de vírgula.

7 A mudança de posição do pronome átono em “fala-se” (l.20) para antes do verbo desrespeitaria as regras de colocação pronominal da norma culta brasileira.

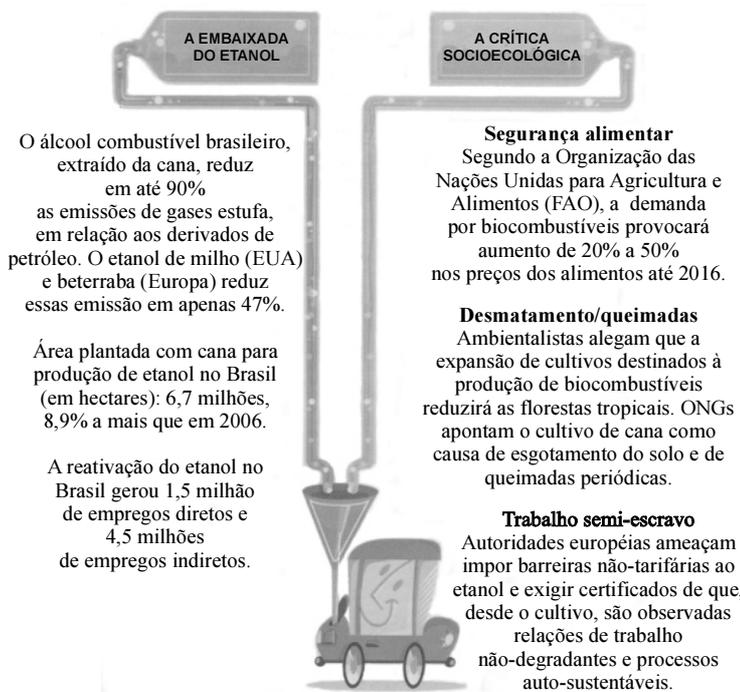
8 A presença da preposição no termo “em aumentar” (l.22) é gramaticalmente opcional, mas tem a função de evitar ambigüidade por marcar a relação de paralelismo entre as idéias introduzidas por “descarbonizar” (l.21) e “aumentar” (l.22).

1 Após os dois choques de preços do petróleo,  
problemas ligados ao desequilíbrio do balanço de  
pagamentos e à garantia do suprimento de energia levaram  
4 à formulação de uma política energética cujos objetivos  
centrais eram a conservação da energia, o aumento da  
produção nacional de petróleo e de eletricidade e a  
7 substituição de derivados de petróleo por fontes alternativas  
nacionais (energia hidrelétrica, biomassa, carvão mineral  
etc.). Os instrumentos utilizados foram a política de preços  
10 de energia, a política tecnológica e a política de incentivos e  
subsídios, além de medidas de restrição ao consumo através  
do estabelecimento de quotas às empresas do setor industrial.

Comissão interministerial para a preparação da conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (CIMA). **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Secretaria de Imprensa. Presidência da República, dez. de 1991 (com adaptações).

Tomando por base a organização do texto acima, julgue os itens subsequentes.

- 9 Depreende-se das idéias do texto que “os dois choques de preços do petróleo” (l.1) provocaram preocupação com a escassez de energia.
- 10 O emprego do sinal de crase em “à garantia” (l.3) e “à formulação” (l.4) indica que são dois os complementos de “ligados” (l.2).
- 11 Mantêm-se a correção gramatical e a mesma relação significativa entre “política energética” (l.4) e “objetivos centrais” (l.4-5) ao se substituir o pronome “cujos” (l.4) por **que os**.
- 12 No trecho “o aumento (...) a substituição” (l.5-7), a repetição da conjunção “e” indica que “petróleo” e “eletricidade” estão ligados, na enumeração, ao termo “aumento da produção”, que se liga ao seguinte, iniciado por “a substituição”.
- 13 A inserção do sinal de dois-pontos depois de “foram” (l.9) preservaria a correção gramatical e a coerência textual.



Anderson Araújo. In: *Correio Braziliense*, 6/7/2007, p. 20 (com adaptações).

Compare as informações da figura acima e julgue os seguintes itens.

- 14 Depreende-se das informações na coluna “A embaixada do etanol” que, no tocante à emissão de gases estufa, o etanol extraído da cana é bem mais vantajoso que o extraído do milho e da beterraba.
- 15 O desenvolvimento das idéias do primeiro fragmento da coluna “A crítica socioecológica” permite substituir-se “demanda” por **necessidade**, sem que seja prejudicada a coerência ou a correção gramatical do período.
- 16 Caso os dois períodos sintáticos que compõem o fragmento intitulado “Desmatamento/queimadas” fossem transformados em um só, fazendo-se a conexão com **contanto que**, a nova construção respeitaria as relações semânticas existentes entre os períodos.
- 17 No fragmento intitulado “Trabalho semi-escravo”, preservam-se a correção gramatical e a coerência textual ao se empregar **forem** em lugar de “são”.
- 18 Está gramaticalmente correta e coerente com as informações dos trechos finais das duas colunas a seguinte afirmação: Apesar de a reativação do etanol gerar milhões de empregos, as relações não degradantes de trabalho é exigência das autoridades européias, ameaçando impor-lhe barreiras.

1 Escassez de petróleo e escassez de água — problemas que vieram para ficar na agenda mundial. O Brasil é ator importante nessa pauta. Possui, como  
 4 nenhum outro, condições para produzir energia de origem vegetal e está situado sobre o maior reservatório de água doce do mundo. Tamanhas benesses não estão  
 7 isentas de perigo. O maior deles é a invasão de capitais estrangeiros. Em um mundo temeroso de ficar sedento dentro de umas quantas décadas, a cobiça por essas  
 10 terras é grande e maior ainda o risco de que sejam poluídas pela expansão de uma cultura dependente de altas doses de agrotóxicos.

13 Na metade dos anos 50 do século XX, o Brasil cedeu ao capital estrangeiro o controle de sua indústria, mas a propriedade do solo permaneceu  
 16 majoritariamente nas mãos do capital nacional. A transferência desse patrimônio aos estrangeiros terá conseqüências não apenas econômicas, mas  
 19 desdobramentos sociais e políticos certamente gravíssimos do ponto de vista da soberania dos brasileiros sobre o seu território.

Plínio de Arruda Sampaio. *Energia, água e soberania*. In: *Istoé*, 11/7/2007 p. 44 (com adaptações).

A partir do texto acima, julgue os itens subseqüentes.

- 19 Na linha 1, a substituição do sinal de travessão por sinal de dois-pontos preservaria a correção e a coerência textuais; a substituição do travessão pela forma verbal **são** transformaria a frase em oração.
- 20 Na linha 2, a substituição de “vieram” por **vêm** estaria de acordo com o desenvolvimento das idéias do texto, em especial com as decorrentes da expressão “para ficar”.
- 21 Fazendo-se os devidos ajustes na inicial maiúscula, a argumentação do texto permite a inserção de **Logo**, antes de “O maior deles” (ℓ.7), sem que se provoque incoerência ou incorreção gramatical.
- 22 Pelo desenvolvimento das idéias do texto, depreende-se que foi omitido o termo **de benesses** após “sedento” (ℓ.8).
- 23 Na linha 10, o emprego da preposição antes de “que sejam” deve-se à presença do substantivo “risco”.
- 24 O desenvolvimento das idéias do texto permite, na linha 14, a troca de lugar dos termos “ao capital estrangeiro” e “o controle de sua indústria”, sem que se provoque incoerência ou incorreção gramatical, pois os dois objetos de “cedeu” mantêm-se identificados.
- 25 Mantém-se a correção gramatical do período e atribui-se maior formalidade ao texto ao se empregar **de os brasileiros** em vez da expressão “dos brasileiros” (ℓ.20-21).

This text refers to items 26 through 45.

### Broken windows, broken business

<sup>1</sup> The book **Broken Windows, Broken Business**, by Michael Levine, was inspired by an article entitled **Broken Windows**, by criminologists James Q. Wilson and George L. Kelling in the March, 1982 issue of **Atlantic Monthly**. Wilson and Kelling suggested that when laws against minor crimes, such as graffiti and turnstile<sup>1</sup> jumping, are enforced, and broken windows are promptly repaired, major crime rates will decline.

When Rudolph Giuliani became mayor of New York City in 1994, he worked with police commissioner William Bratton to implement a “zero tolerance” broken windows policy. Graffiti was promptly cleaned up on subway cars. Turnstile jumping wasn’t tolerated. Laws against petty crimes were enforced. Those guys who’d take advantage of traffic jams or red lights to jump in front of cars with a squeegee<sup>2</sup>, quickly cleaning the windshield and begging for money were arrested on the grounds of jaywalking<sup>3</sup>! A good many of them were carrying weapons. Over the following few years, the number of murders, assaults, robberies and other violent crimes went down dramatically. It was made clear that the good guys would be in charge there, not wrongdoers.

Levine says the same principle applies to businesses. Business owners and their employees must become fanatics in attending to the details of presenting outstanding customer service and in the image presented by the business to inspire customer confidence and loyalty. The broken windows theory is all about the unmistakable power of perception, about what people see and the conclusions they draw from it. In business, perception is even more critical. The way a customer (or potential customer) perceives your business is a crucial element in your success or failure. Make one mistake, have one rude employee, let that customer walk away with a negative experience *one time*, and you are inviting disaster. Small things make a huge difference in business. The messy condiment area at a fast food restaurant may lead consumers to believe the company as a whole doesn’t care about cleanliness, and therefore the food itself might be in question. Indifferent help at the counter in an upscale clothing store — even if just one clerk — can signal to the consumer that perhaps standards here aren’t as high as they might be (or used to be). An employee at the gas station who wears a T-shirt with an offensive slogan can certainly cause some customers to switch brands of gasoline and lose an enormous company those customers for life.

Mystery shoppers should be regularly employed to learn whether customers are having a positive experience dealing with a company. Candidates for mystery shoppers to recruit include customers who already complain about their experiences with the company.

It is critical that the right kind of people (those who enjoy dealing with people) be hired for customer contact positions. Employees exhibiting an attitude of “a smile isn’t in my job description” must be told that a smile certainly is required, and to find other employment if they can’t fulfill the required behavior.

The worst business scenario is “broken window hubris<sup>4</sup>”. Examples are Kmart and Enron. A company suffers from broken window hubris when management thinks the business is so successful that it’s no longer important to please customers.

Internet: <www.profitadvisors.com> (adapted).

<sup>1</sup>turnstile – a narrow gate at the entrance of something, with metal bars that move in a circle so that only one person at a time can go through.

<sup>2</sup>squeegee – an object used for cleaning windows, consisting of a short handle with a rubber blade.

<sup>3</sup>jaywalking – a dangerous or illegal way of crossing a street at a place where cars do not usually stop.

<sup>4</sup>hubris – a very proud way of talking or behaving that offends people.

It can be inferred from the text that

- 26 broken windows relate to negative aspects of a place or business.
- 27 the sooner one fixes a broken window, the fatal consequences that could result from its being ignored are minimized or eliminated.
- 28 some people were used to riding free in subways in New York.
- 29 windshield cleaning was illegal and that’s the reason violators were arrested.
- 30 quality customer service seems to be the key to loyal and confident customers.
- 31 very expensive, fashionable stores do not face problems with customer service.
- 32 an obvious lack of a dressing code can turn customers away from a business.
- 33 time and money spent training employees on how to deal with people really pays off.
- 34 some broken windows mentioned for New York do not differ much from those in Brazil.

According to the text,

- 35 customer service and the image presented by the business is a concern solely of the business owner.
- 36 customers who have complained about a certain company make good candidates for mystery shoppers.
- 37 for customer contact positions, the candidate’s educational background is the decisive factor.
- 38 the more successful a company is, the more satisfied its customers are.
- 39 some employees think they do not have to be nice with customers.

In the text,

- 40 the article “the”, in the expression “in the March, 1982 issue of **Atlantic Monthly**” (l.4), is optional.
- 41 “laws against minor crimes” (l.5) is the subject of “are enforced” (l.6).
- 42 the use of “will” (l.7) expresses a polite request.
- 43 the word “mayor” (l.8) is synonymous with **representative**.
- 44 the word “critical” (l.49) can be correctly replaced by **extremely important**.
- 45 the phrase “that the right kind of people (those who enjoy dealing with people) be hired” (l.49-50) can be correctly rewritten as: **that the right kind of people (those who enjoy dealing with people) should be hired**.

## PETROBRAS is the world's eighth most respected company

PETROBRAS has skyrocketed to the 8<sup>th</sup> place among the world's most respected corporations, up from the 83<sup>rd</sup> position. The ranking was announced by the Reputation Institute (RI), a private advisory and research company headquartered in New York with representation in upwards of 20 countries.

The survey, carried out for the tenth year in a row, lists the world's 600 biggest companies. The Reputation Institute created a research model to measure the perceptions of esteem, trust, respect, and admiration consumers have of companies. RI interviewed upwards of 60,000 people, from January to February 2007, in 29 countries. In the survey it announced in May, 2007, RI highlights PETROBRAS' leap to 82.19 points in 2007, up from 73.99 in 2006, the biggest surge registered among the top 8. The company rose 75 positions to rank ahead of companies of the likes of Michelin, UPS, the Swatch Group, Honda, and Kraft Foods. PETROBRAS also leads the pack among energy companies. The segment's runner-up was Russian Gazprom-neft, which was rated 28<sup>th</sup>.

The same international rating singles PETROBRAS out as the Brazilian leader. Twenty Brazilian companies participated in the survey, four of which rated among the top 50 led by PETROBRAS. In the 2006 survey, no Brazilian companies appeared amid the world's 50 most respected corporations.

Internet: <www.petrobras.com.br> (adapted).

Based on the text above, judge the following items.

- 46 It is possible that the perception factor mentioned in the text helped PETROBRAS reach an outstanding ranking.
- 47 According to RI's ranking, an 8.20-point difference in relation to 2006 brought PETROBRAS to the top 8 in 2007.
- 48 According to the Reputation Institute, in 2007 PETROBRAS has become the most respected Brazilian company as well as the most respected energy company in the world.
- 49 Besides PETROBRAS, three other Brazilian companies also made significant progress in relation to the 2006 survey.
- 50 Brazilian companies have had a long time tradition of being among the world's 50 most respected corporations.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Substâncias termodinâmicas, com composição química invariável, são empregadas em um certo dispositivo ou processo termodinâmico, entre outros fatores, por apresentarem alguma característica de interesse do projetista.

A partir dessa assertiva, julgue os itens a seguir.

- 51 Água em ebulição pode apresentar temperatura de 73,15 °C.
- 52 O vapor de água pode ser empregado como substância de trabalho de um ciclo de refrigeração, com compressor alternativo, em pressões abaixo do respectivo ponto triplo (0,61 kPa).
- 53 Gelo pode ser produzido em um sistema termodinâmico adiabático que contenha água, e em cujo interior se estabeleça certo nível de vácuo.
- 54 Na mudança do estado líquido para o sólido, tem-se sempre contração (diminuição do volume específico), independentemente da substância, de forma semelhante ao que ocorre quando o respectivo vapor se condensa, tornando-se líquido.
- 55 O CO<sub>2</sub> sólido, por ter a pressão no ponto triplo acima de 1 atm, se sublima quando em contato com a atmosfera ao nível do mar em um local cuja temperatura seja semelhante àquela de solidificação da água.

Tendo em vista o fato de que algumas propriedades termodinâmicas são expressas em termos de outras propriedades, julgue os itens seguintes.

- 56 O calor específico a volume constante é uma propriedade termodinâmica que pode ser utilizada para acompanhar um dado processo termodinâmico reversível, por meio, por exemplo, de um diagrama, no qual essa propriedade é posta no eixo das abscissas, e a pressão, no eixo das ordenadas.
- 57 Substâncias incompressíveis apresentam sempre a mesma pressão, razão por que possuem o calor específico a volume constante numericamente igual ao calor específico a pressão constante.
- 58 Em um reservatório a 100 kPa, contendo uma mistura de gases, nenhuma espécie de gás pode ter pressão parcial acima de 99 kPa, se nele existirem mais de três espécies distintas no reservatório.
- 59 A presença de paredes adiabáticas ao longo das fronteiras de um sistema termodinâmico é a única maneira de se garantir que esse sistema não troque calor com a vizinhança.

As leis da termodinâmica se aplicam a ciclos e processos. Com relação a essa afirmativa, julgue os itens que se seguem.

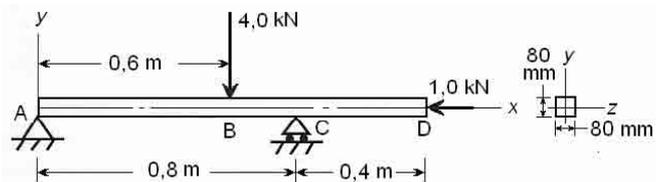
- 60** Em um ciclo Brayton ideal (reversível), em que os processos de compressão e expansão ocorrem em estágio único, a diferença entre a temperatura de saída da turbina e a temperatura de entrada do compressor pode ser explicada pela inclinação das isobáricas em um diagrama temperatura-entropia.
- 61** Considere que, a partir de um estado termodinâmico 1, adicionem-se 25 kJ de energia na forma de calor, de modo que, ao final de um processo reversível, chegue-se ao estado termodinâmico 2. Nessa situação, pode-se chegar ao mesmo estado termodinâmico 2, partindo-se do mesmo estado termodinâmico 1, reversivelmente no sistema fechado, adicionando-se apenas 13 kJ de energia na forma de calor.
- 62** Na manutenção de uma sala refrigerada ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por meio de um ciclo de refrigeração, com temperatura externa da ordem de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , os principais processos de transferência de calor ocorrem na direção da menor temperatura.

Estruturas de prospecção e produção de petróleo *offshore* possuem elementos construtivos e operacionais compostos por tubos ou estruturas cilíndricas verticais sujeitas aos esforços hidrodinâmicos de correntes marítimas. A velocidade da corrente ( $V_0$ ) associada às instabilidades de superfície (maré e ondas) proporciona esforços mecânicos que devem ser considerados no cálculo estrutural de tais elementos. Com referência ao escoamento em torno de um cilindro vertical, julgue os seguintes itens.

- 63** As propriedades da água (massa específica e viscosidade) dependem da salinidade e da temperatura da água do mar e influenciam o comportamento mecânico do escoamento.
- 64** Devido à pressão hidrostática na água, o escoamento deve ser considerado compressível.
- 65** O problema hidrodinâmico em questão é parametrizado unicamente pelo número de Reynolds do escoamento, que determina a topologia do escoamento em torno de cilindros e o comportamento de onda sobre superfície.
- 66** Este escoamento é formulado pelas equações de conservação (conservação da massa e quantidade de movimento). Devido às dimensões geométricas características de tais problemas, o escoamento deve ser considerado turbulento. Tal regime de escoamento proporciona esforços dinâmicos sobre a estrutura.
- 67** O modelo constitutivo de fluido newtoniano incompressível pode ser utilizado para representar este tipo de escoamento, proporcionando um comportamento linear no escoamento e caracterizando, portanto, uma relação linear dos esforços de arrasto hidrodinâmico com a velocidade de corrente.

Em diversas situações de transporte de fluidos (líquidos ou gases) em dutos, elementos construtivos localizados (curvas, redução de diâmetro etc.) compõem o arranjo da tubulação. Acerca do escoamento de fluidos em tubulações, julgue os próximos itens.

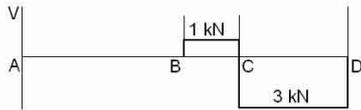
- 68** O regime do escoamento interno pode ser laminar ou turbulento. Para número de Reynolds inferior a 2.300, o escoamento é considerado laminar e o coeficiente de perda de carga é inversamente proporcional ao número de Reynolds.
- 69** O perfil de velocidade do escoamento (variação da velocidade axial na secção transversal), em uma tubulação reta, contínua e com secção transversal uniforme, não é modificado ao longo de sua extensão. No entanto, a pressão do fluido decresce.
- 70** Para escoamento turbulento incompressível em tubulações reais, o coeficiente de perda de carga depende exclusivamente do número de Reynolds.
- 71** Para perdas localizadas do tipo bocal, em escoamento incompressível, a variação de pressão antes e depois do bocal varia conforme a modificação da vazão do escoamento.
- 72** Para perdas localizadas do tipo bocal, em escoamento compressível, a variação de pressão antes e depois do bocal não depende do número de Mach.



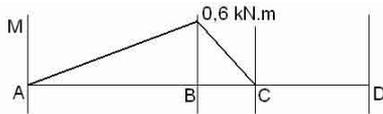
A figura acima mostra uma viga de alumínio ( $E = 70\text{ GPa}$ ,  $\nu = 0,3$ ) apoiada por um pino em uma extremidade e por um apoio deslizante a  $\frac{2}{3}$  do seu comprimento. A viga, com comprimento total de 1,2 m e secção quadrada com lado de 80 mm, está submetida a uma carga vertical de 4,0 kN na metade do comprimento e a uma carga horizontal de 1 kN na extremidade livre (ponto D). Considerando essa situação, julgue os itens subsequentes.

- 73** Caso um outro pino fosse adicionado como terceiro apoio no ponto D, como mostrado na figura acima, o método para determinação das reações de apoio, dos esforços cortantes e dos momentos fletores seria o mesmo que o adotado para a configuração com apenas dois apoios.

74 A figura seguinte representa corretamente o diagrama de esforço cortante do sistema apresentado.



75 A figura a seguir representa o diagrama de momento fletor correto do sistema considerado.

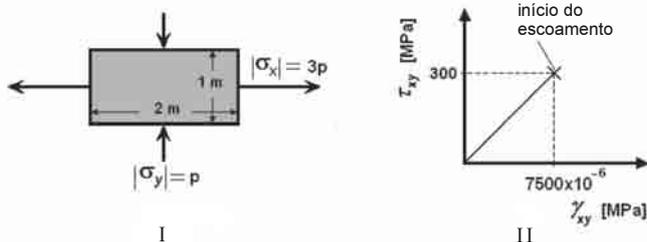


76 A máxima tensão normal,  $|\sigma_x|$ , ocorre na posição  $x = 0,6$  m e  $y = 40$  mm.

77 A máxima tensão cisalhante ( $\tau_{xy}$ ) ocorre no trecho  $0,6$  m  $\leq x \leq 0,8$  m e  $y = -40$  mm.

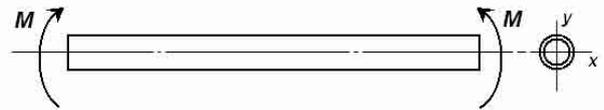
78 Para o carregamento e a configuração mostrados, se a viga fosse de aço ( $E = 207$  GPa,  $\nu = 0,3$ ), haveria alteração tanto no valor das tensões normal e cisalhante máximas, quanto na posição em que estas ocorreriam.

79 Para o carregamento e a configuração mostrados, a viga em aço se defletiria menos que a de alumínio.



Uma placa de  $1\text{ m} \times 2\text{ m} \times 0,01\text{ m}$  está sujeita a tensões normais, como mostrado na figura I acima. A placa é feita de um material isotrópico do qual se conhece apenas o diagrama tensão versus deformação, mostrado na figura II, obtido em um ensaio de torção pura de uma barra do mesmo material. Considerando as informações apresentadas e a teoria da máxima tensão cisalhante (critério de Tresca), julgue os itens a seguir.

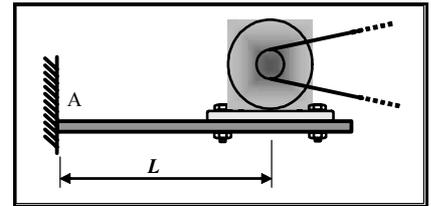
- 80 As tensões  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  são as tensões principais.
- 81 A placa iniciará o escoamento quando  $P = 200$  MPa.
- 82 O valor da tensão cisalhante máxima,  $\tau_{\text{máx}}$ , aplicada à placa é  $2p$ .
- 83 O valor da tensão cisalhante máxima,  $\tau_{\text{máx}}$ , aplicada à placa não sofreria alteração se a tensão  $\sigma_y$  fosse de tração em vez de compressão.



Um trecho de duto está submetido a um carregamento flexão, conforme esquematizado na figura acima. Considerando os momentos de inércia  $I_x$  e  $I_y$ , em relação aos eixos  $x$  e  $y$ , respectivamente, e assumindo que a área da seção reta não se altera, julgue os itens que se seguem.

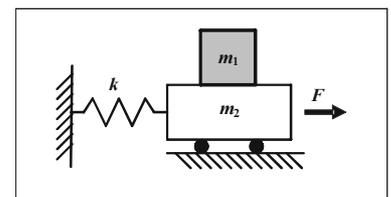
- 84 As tensões se reduzirão se  $I_y$  aumentar.
- 85 Quanto maior o valor de  $I_x$ , menor a deflexão que o duto sofrerá.

Um motor preso a uma viga engastada em A, conforme desenho mostrado ao lado, aciona uma polia e apresenta um nível de vibrações elevado. Em face dessa situação, julgue os itens subseqüentes, que apresentam propostas de solução do problema descrito.



- 86 Se o motor funciona abaixo de sua primeira velocidade crítica, pode-se reduzir a vibração da viga aumentando-se a massa do motor.
- 87 Se a estrutura apresenta um fator de amortecimento  $\xi$  muito baixo, quando o motor for ligado, se ele passar pela primeira velocidade crítica, ele terá amplitude de vibração muito grande, proporcional a  $\frac{1}{\xi}$ .
- 88 Pode-se diminuir a frequência natural do conjunto, aumentando-se a distância  $L$  entre o motor e o engaste no ponto A.

O sistema mostrado na figura ao lado é constituído pela massa  $m_1$  apoiada sobre a massa  $m_2$ , a qual é presa por uma mola de constante  $k$  a um suporte rígido. A massa  $m_2$  está livre para rolar sobre rodas de massa desprezível e sobre a mesma é aplicada uma força  $F$ . Nessa situação, considerando que  $\mu$  seja o coeficiente de atrito entre os blocos e  $g$  seja a aceleração da gravidade, julgue os itens a seguir.



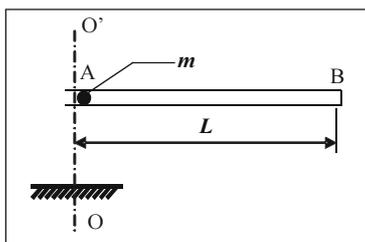
- 89 Se o conjunto é posto para vibrar harmonicamente com frequência  $\omega$  e amplitude  $A$  sem que a massa  $m_1$  deslize, pode-se afirmar que  $\mu \geq \frac{\omega^2 \cdot A \cdot m_1}{g \cdot m_2}$ .
- 90 Se o conjunto é posto para vibrar em sua frequência natural com amplitude  $A$ , a massa  $m_1$  deverá deslizar independentemente do valor de  $\mu$ .
- 91 A força  $F$  é sempre diferente da força na mola.

Julgue os itens subsequentes, relativos aos mecanismos de transferência de calor.

- 92** O mecanismo de condução de calor em líquidos pode ser negligenciado em face do movimento do fluido e de seu processo de transporte advectivo.
- 93** O mecanismo de condução de calor em sólidos é um fenômeno associado à difusão de energia de natureza microscópica. Materiais metálicos, devido à sua constituição atômica, proporcionam o transporte condutivo de calor em seu interior com baixos valores de condutividade térmica.
- 94** A troca de calor convectiva entre um fluido e uma superfície varia linearmente com a temperatura e depende do coeficiente de troca convectiva ( $h[W/m^2K]$ ), que é uma constante.
- 95** Para a troca convectiva sobre uma placa plana, em regime laminar, para número de Prandtl igual à unidade, as espessuras das camadas limites hidrodinâmica e térmica são equivalentes.
- 96** O mecanismo de transferência de calor por meio de radiação envolve a propagação, emissão e absorção de energia em forma de ondas eletromagnéticas no espectro do visível (400 nm-700 nm), infravermelho (700 nm-1 mm) e parte do ultravioleta (100 nm-400 nm).

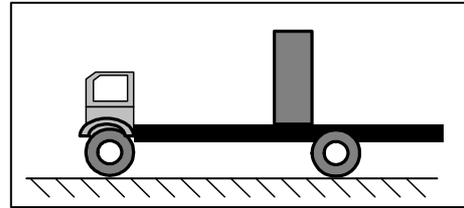
A troca de calor por convecção é quantificada a partir do uso de fórmulas empíricas para parametrização do coeficiente de troca convectiva ( $h$ ). Tais fórmulas são obtidas a partir de estudos teóricos, experimentais ou numéricos. Acerca desse tema, julgue os próximos itens.

- 97** O número adimensional denominado Nusselt é um parâmetro que envolve diretamente  $h$ . Para problemas de convecção forçada e natural, esse parâmetro é função dos números de Reynolds e Prandtl, os quais são, respectivamente, os parâmetros hidrodinâmico e térmico de um problema específico.
- 98** Em trocadores de calor, o aumento de coeficientes de troca convectiva induz um aumento de efetividade.



Um tubo de comprimento  $L$  e fechado na sua extremidade B está disposto em um plano horizontal, conforme apresentado na figura acima. Esse tubo contém uma esfera de massa  $m$ , inicialmente em repouso, no seu interior, junto à extremidade A. Um motor, não mostrado no desenho, faz o tubo girar com velocidade angular constante  $\omega$  em torno do eixo vertical  $OO'$  que passa por A. Acerca dessa situação, julgue os itens a seguir.

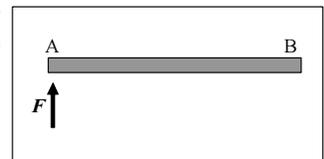
- 99** O trabalho cedido pelo motor para levar a esfera de massa  $m$ , de A a B é igual a:  $T = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (\omega \cdot L)^2$ .
- 100** Considerando que a esfera se desloca para o ponto B, a energia necessária para mantê-la nesse ponto independe da existência de atrito entre a esfera e a parede interna do tubo.



Considere que um caminhão transporta, no plano horizontal, um bloco de pedra com base quadrada e altura igual ao dobro da base, conforme mostrado na figura acima. Nessa situação, considerando que o coeficiente de atrito entre a base e o caminhão seja  $\mu$  e a aceleração da gravidade seja  $g$ , julgue os itens que se seguem.

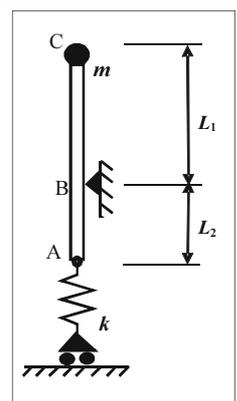
- 101** O bloco tombará, se o caminhão frear com aceleração superior a  $2g$ .
- 102** Se o coeficiente de atrito  $\mu_0$  entre o pneu do caminhão e o asfalto for menor que  $\mu$ , ao se frear o caminhão, o bloco não escorregará.
- 103** Se o coeficiente de atrito  $\mu$  for menor que  $0,5$ , o bloco não tombará.

Considere que uma força  $F$  seja aplicada na extremidade A de uma barra uniforme de comprimento  $L$  e massa  $m$  sobre um plano horizontal sem atrito. A respeito dessa situação, julgue o item abaixo.



- 104** O módulo da aceleração da extremidade B da barra é  $a_B = \frac{3 \cdot F}{m}$ , no sentido contrário de  $F$ .

Considere que a barra vertical AC seja articulada em B e tenha uma massa  $m$  na extremidade C, conforme mostrado na figura ao lado. A propósito dessa situação e considerando, ainda, que  $g$  é a aceleração da gravidade, julgue os próximos itens.



- 105** Para que, sob pequenas amplitudes, o sistema possa vibrar de forma estável, a deformação inicial mínima ( $\Delta x$ ) da mola, cuja constante de deformação é igual a  $k$ , é  $\Delta x = \frac{m \cdot g \cdot L_1}{k \cdot L_2}$ .

- 106** A menor frequência natural de vibração estável ( $\omega$ ) é expressa pela equação  $\omega = \sqrt{\frac{k \cdot \Delta x \cdot L_2 - m \cdot g \cdot L_1}{m \cdot L_1^2}}$ .

Com relação à operação de algumas máquinas térmicas, julgue os itens subsequentes.

- 107** Perdas de eficiência em compressores centrífugos ocorrem tanto no rotor quanto no estator.
- 108** Em compressores radiais operando em condições normais, perdas de velocidade por atrito na superfície externa do rotor, com origem na turbulência e devido à não recuperação de toda a energia cinética do fluido, são todas ocasionadas na região do rotor.
- 109** Em termos de fluxo mássico, compressores centrífugos operam entre as linhas de *surge* e de choque, tanto na condição de projeto como fora dela.
- 110** Compressores centrífugos são a melhor escolha, comparados com compressores axiais, quando se deseja razão de pressão mais elevada por estágio de compressão com menor fluxo mássico.
- 111** Um bom projeto de compressores centrífugos deve prever que 10% do ganho de pressão ocorra na região do rotor e o restante, no estator, devido à intensa desaceleração do fluido nessa região.
- 112** Em turbinas a gás, a injeção de água é muito empregada no controle da formação de óxidos de nitrogênio (NOx), limitando a temperatura dos gases no processo de combustão. Turbinas modernas empregam técnicas que não necessitam de injeção de água (*dry low NOx*). Nesse caso, a técnica se baseia na queima do combustível com todo o ar de saída do compressor (queima pobre), de forma que o nível máximo de temperatura na câmara de combustão fique limitado a valores que produzam baixos níveis de NOx.
- 113** Em um ciclo de turbina a gás, a geração de entropia no processo de expansão no interior da turbina é prejudicial, pois eleva a temperatura de saída dos gases, o que acarreta menores valores de variação de entalpia nesse dispositivo. Já no compressor, esse efeito é benéfico, pois a geração de entropia preaquece o ar de entrada da turbina, de forma que menos combustível é necessário para uma dada temperatura máxima do ciclo.

Motores de combustão interna são largamente empregados como máquinas térmicas. No que concerne a esses equipamentos, julgue os itens a seguir.

- 114** Motores de ignição por compressão são caracterizados, também, pelo fato de a queima do combustível ocorrer por difusão. Se gás natural é aspirado junto com o ar, parte do processo de queima, no interior do cilindro, será no modo pré-misturado, típico de motores do ciclo Otto, assumindo-se que a mistura esteja dentro dos limites de flamabilidade.

**115** O emprego de álcool anidro em motores do ciclo Diesel está limitado à máxima capacidade de mistura desse com o óleo diesel. Se o álcool for hidratado, a queima deste em motores do ciclo Diesel é praticamente impossível. Isso explica o fato de essa máquina térmica não ser comercializada com a tecnologia que permita fazê-lo funcionar tanto com qualquer um desses combustíveis puros quanto com qualquer mistura deles.

**116** O emprego de aditivos que acelerem a taxa de reação em motores do ciclo Otto, juntamente com um controle preciso do ponto de ignição, pode elevar a potência indicada (termodinâmica) desses motores. Isto se deve ao maior nível de pressão alcançado no cilindro ao final do processo de combustão. Esse efeito é produzido, essencialmente, pela velocidade de propagação da chama no interior do cilindro.

Ciclos de potência baseados em turbinas a vapor e turbinas a gás estão se tornando mais populares no Brasil. Julgue os seguintes itens, quanto ao aumento do rendimento térmico desses ciclos.

**117** No ciclo de turbina a gás com diversos estágios de compressão, é possível algum ganho de eficiência ao se preaquecer o ar entre os estágios, por meio de regeneração, valendo-se da elevada temperatura dos gases de descarga da turbina, após a expansão final.

**118** No ciclo Rankine, pode-se aumentar o seu rendimento: reduzindo-se a pressão de condensação ou superaquecendo o vapor a níveis de temperatura mais elevados ou elevando-se a pressão na caldeira em combinação com reaquecimento ou pela combinação de todas essas propostas.

**119** Em ciclos de turbina a gás, ganhos de eficiência térmica no compressor e na turbina podem ser obtidos ajustando-se o volume específico do gás para valores reduzidos no compressor e elevados na turbina.

**120** Para certos valores de razão de pressão, o emprego de regenerador de calor (ciclo Brayton) pode implicar ganho nulo de eficiência.

**121** Aumentando-se o número de estágios de compressão e expansão, valendo-se de inter-resfriamento, reaquecimento e regeneração, em um ciclo de turbina a gás, o funcionamento do motor se aproxima de um ciclo Ericsson, que é composto de duas isobáricas e duas isotérmicas e apresenta rendimento teórico equivalente ao do ciclo de Carnot.

**122** Combinando-se um ciclo Brayton com um ciclo Rankine, pode-se chegar a valores reais de eficiência térmica acima de 75%, para a máquina combinada, desde que a temperatura de entrada na turbina de alta pressão não seja inferior a 1.000 °C.

**123** A injeção de água na câmara de combustão de uma turbina a gás afeta apenas a produção de NOx.



A figura acima mostra uma experiência que foi realizada para investigar o efeito da ligação de um prego de ferro a outros metais. Considerando os resultados apresentados, julgue os itens subsequentes.

- 124 O ferro é mais anódico que o magnésio.  
 125 O potencial de eletrodo do ferro é menor que o do estanho.  
 126 A corrosão do ferro se dá mais rapidamente quando ele é ligado a um metal menos reativo, ou seja, de menor potencial de eletrodo.

A corrosão pode ser diminuída (ou até mesmo impedida), usando-se os próprios mecanismos de corrosão para fins de proteção, a chamada proteção galvânica. Em uma tubulação subterrânea feita de aço, a corrosão poderá ser prevenida se

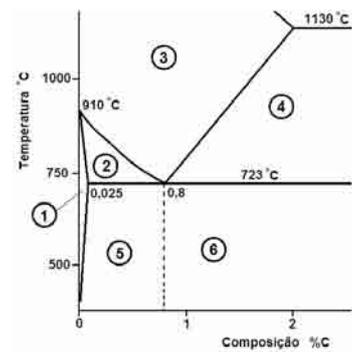
- 127 forem fixadas placas de chumbo à tubulação.  
 128 for aplicada uma pequena tensão elétrica contínua à tubulação.

Ligas metálicas, ferrosas e não-ferrosas, são os principais materiais utilizados na construção mecânica. Acerca dessa categoria de materiais, julgue os itens seguintes.

- 129 Os aços rápidos são aços-ferramenta desenvolvidos para usinagem em elevadas velocidades.  
 130 Os aços-carbono com menos de 0,3% de carbono, chamados de aços doces ou aços baixo-carbono, apresentam boa ductilidade e suas propriedades podem ser melhoradas por meio da têmpera.  
 131 Entre os aços inoxidáveis, somente os martensíticos podem ser endurecidos por tratamento térmico.  
 132 Uma liga de alumínio 7178-T6 possui ductilidade maior que a 7178-O.  
 133 A Incoloy 800 é uma liga de titânio cuja aplicação principal é em tubulações e trocadores de calor de processos em razão da sua alta resistência à corrosão a temperaturas elevadas.

A forma como os átomos dos materiais metálicos são arranjados na estrutura cristalina influencia as propriedades mecânicas. Entre os arranjos mais comuns estão o cúbico de face centrada (CFC) e o cúbico de corpo centrado (CCC). Acerca desses arranjos, julgue os itens que se seguem.

- 134 Os metais com cristais CCC possuem empacotamento mais denso que os metais com cristais CFC.  
 135 No plano mais denso, cristais CFC possuem maior densidade planar que os cristais CCC.  
 136 A família de direções <110> corresponde às diagonais das faces de ambos os cristais CFC e CCC.  
 137 O cisalhamento ocorre mais facilmente nos planos {111} dos cristais CFC do que em qualquer plano dos cristais CCC.



A figura apresentada corresponde a uma região do diagrama ferro-carbono. Com base nessa figura, julgue os itens seguintes.

- 138 A microestrutura da região 1 é formada exclusivamente por ferrita.  
 139 A perlita está presente nas microestruturas das regiões 2 e 4.

A partir de uma amostra de um aço-carbono com mais de 0,5% de carbono foram confeccionados três conjuntos de corpos de prova para ensaio Charpy. Um dos conjuntos foi recozido, o outro foi temperado e revenido e o último conjunto foi apenas temperado. Cada conjunto foi submetido a ensaio de dureza Rockwell C e ao ensaio Charpy, cujos resultados são mostrados na tabela abaixo.

conjunto de corpos de prova	energia absorvida no ensaio Charpy (J)	dureza Rockwell C
A	13,5	53
B	27,1	20
C	5,4	56

Infelizmente, ao se fazer o ensaio Charpy, perderam-se as etiquetas que identificavam o tratamento térmico dado a cada conjunto.

Nessa situação, de acordo com os resultados dos ensaios realizados, é correto afirmar que o conjunto de corpos de prova designado por

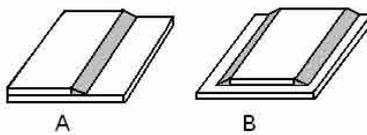
- 140 A foi temperado e revenido.  
 141 C foi apenas temperado.

O processo de soldagem TIG ou *gas tungsten arc welding* (GTAW), como é mais conhecido atualmente, é um processo de soldagem eficiente para materiais difíceis, como o alumínio e o magnésio. Acerca desse processo de soldagem, julgue os itens seguintes.

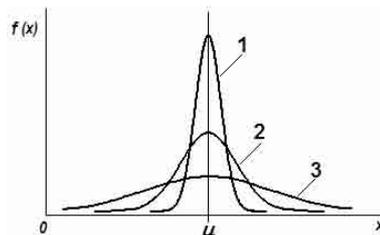
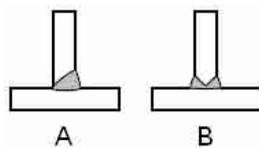
- 142 As fontes elétricas usadas nos processos TIG devem ser do tipo tensão constante.  
 143 As soldagens TIG devem ser feitas exclusivamente com corrente alternada com eletrodo no pólo positivo.  
 144 Com soldagem TIG é possível realizar a junção de chapas finas sem a adição de metal de adição (consumível).

Fissuras, ou trincas, estão entre os tipos mais graves de defeitos em uma junta soldada. Macrofissuras e microfissuras podem ocorrer tanto em aços como em ligas não-ferrosas e localizadas na ZF, na ZTA e(ou) no metal-base. Acerca do processo de fissuração em soldagem, julgue os itens subsequentes.

145 Nas juntas mostradas na figura a seguir, a chance de formação de trincas de solidificação é maior na junta B.

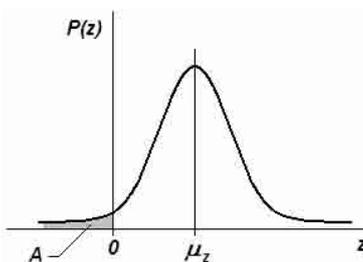


146 Sabe-se que soluções de projeto, como a configuração das juntas, interferem na possibilidade de surgimento de trincas devido à decoesão lamelar. Considerando as juntas representadas na figura seguinte, é correto afirmar que a junta A é menos suscetível à decoesão lamelar do que a junta B.



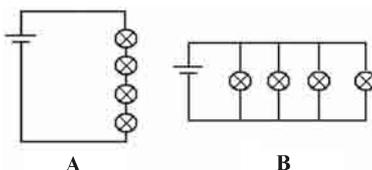
Entre os vários tipos de distribuição utilizados para análises estatísticas, a distribuição normal é completamente caracterizada pela respectiva média e desvio-padrão:  $x = N(\mu, \sigma)$ , em que  $\mu$  = média e  $\sigma$  = desvio-padrão. Com relação a esse tipo de distribuição e à figura acima, julgue o item a seguir.

147 As três distribuições mostradas na figura possuem a mesma média  $\mu$ , mas os desvios padrão  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  e  $\sigma_3$  seguem a seqüência  $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$ .



A figura acima representa a distribuição estatística combinada  $p(z)$ ,  $z = N(\mu_z, \sigma_z)$  das distribuições de cargas aplicadas  $p(L)$ ,  $y = N(\mu_y, \sigma_y)$  e da resistência ao escoamento do material  $p(S)$ ,  $x = N(\mu_x, \sigma_x)$ , de um determinado componente estrutural, em que  $\mu_x = \mu_z - \mu_y$  e  $\sigma_z = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$ . Para essas condições, julgue o item a seguir.

148 A área A representa a probabilidade da ocorrência de deformação permanente no componente.



Os dois circuitos mostrados acima foram construídos usando-se uma fonte DC de 40,0 V e quatro lâmpadas incandescentes. Considerando que todas as lâmpadas nos circuitos têm a mesma resistência, julgue os itens seguintes.

149 Há uma queda de 10 V no potencial em cada lâmpada do circuito A.

150 A corrente no circuito B é menor que no circuito A.