

**PROVA DE**  
**ENGENHARIA GRUPO V****9**

Novembro 2008

**LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.****1 -** Você está recebendo o seguinte material:

- a)** este caderno com as **questões de múltipla escolha e discursivas, das partes de formação geral e componente específico da área**, e as questões relativas à sua percepção sobre a prova, assim distribuídas:

Partes	Números das questões	Peso de cada parte
Formação Geral / Múltipla Escolha	1 a 8	60%
Formação Geral / Discursivas	9 e 10	40%
Componente Específico / Núcleo de Conteúdos Básicos / Múltipla Escolha	11 a 20	Questões de Múltipla Escolha 85%
Componente Específico / Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes / Múltipla Escolha	21 a 32	
Componente Específico / Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes / Discursivas	33 a 35	
Componente Específico / Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos / Múltipla Escolha	36 a 55	Questões Discursivas 15%
Atenção: responda a apenas 5 questões deste conjunto de 20 questões; caso você responda a mais de 5 dessas questões, apenas as 5 primeiras respostas serão avaliadas.		
Percepção sobre a prova	1 a 9	—

- b)** um Caderno de Respostas em cuja capa existe, na parte inferior, um cartão destinado às respostas das questões de múltipla escolha e de percepção sobre a prova. As respostas às questões discursivas deverão ser escritas a caneta esferográfica de tinta preta, nos espaços especificados no Caderno de Respostas.

- 2 -** Verifique se este material está completo e se o seu nome no Caderno de Respostas está correto. Caso contrário, notifique imediatamente a um dos responsáveis pela sala. Após a conferência de seu nome no Caderno de Respostas, quando autorizado, você deverá assiná-lo no espaço próprio, utilizando caneta esferográfica de tinta preta.
- 3 -** Observe, no Caderno de Respostas, as instruções sobre a marcação das respostas às questões de múltipla escolha (apenas uma resposta por questão).
- 4 -** Tenha muito cuidado com o Caderno de Respostas, para não o dobrar, amassar ou manchar. Esse caderno somente poderá ser substituído caso esteja danificado ou em caso de erro de distribuição.
- 5 -** Esta prova é individual. São vedados o uso de calculadora, qualquer comunicação e(ou) troca de material entre os presentes e consultas a material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie.
- 6 -** Quando terminar, entregue a um dos responsáveis pela sala seu Caderno de Respostas. Cabe esclarecer que você só poderá sair levando este Caderno de Questões após decorridos noventa minutos do início do Exame.
- 7 -** Você terá quatro horas para responder às questões de múltipla escolha, discursivas e de percepção sobre a prova.

## FORMAÇÃO GERAL

### QUESTÃO 1

O escritor Machado de Assis (1839-1908), cujo centenário de morte está sendo celebrado no presente ano, retratou na sua obra de ficção as grandes transformações políticas que aconteceram no Brasil nas últimas décadas do século XIX. O fragmento do romance *Esaú e Jacó*, a seguir transcrito, reflete o clima político-social vivido naquela época.

Podia ter sido mais turbulento. Conspiração houve, decerto, mas uma barricada não faria mal. Seja como for, venceu-se a campanha. (...) Deodoro é uma bela figura. (...)

Enquanto a cabeça de Paulo ia formulando essas idéias, a de Pedro ia pensando o contrário; chamava o movimento um crime.

— Um crime e um disparate, além de ingratidão; o imperador devia ter pegado os principais cabeças e mandá-los executar.

ASSIS, Machado de. *Esaú e Jacó*. In: *Obra completa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1979. v. 1, cap. LXVII (Fragmento).

Os personagens a seguir estão presentes no imaginário brasileiro, como símbolos da Pátria.

I



Disponível em: [www.morcegolivre.vet.br](http://www.morcegolivre.vet.br)

II



ERMAKOFF, George. *Rio de Janeiro, 1840-1900: Uma crônica fotográfica*. Rio de Janeiro: G. Ermakoff Casa Editorial, 2006, p. 189.

III



ERMAKOFF, George. *Rio de Janeiro, 1840-1900: Uma crônica fotográfica*. Rio de Janeiro: G. Ermakoff Casa Editorial, 2006, p. 38.

IV



LAGO, Pedro Corrêa do; BANDEIRA, Júlio. *Debret e o Brasil: Obra completa 1816-1831*. Rio de Janeiro: Capivara, 2007, p. 78.

V



LAGO, Pedro Corrêa do; BANDEIRA, Júlio. *Debret e o Brasil: Obra completa 1816-1831*. Rio de Janeiro: Capivara, 2007, p. 93.

Das imagens acima, as figuras referidas no fragmento do romance *Esaú e Jacó* são

A I e III.

B I e V.

C II e III.

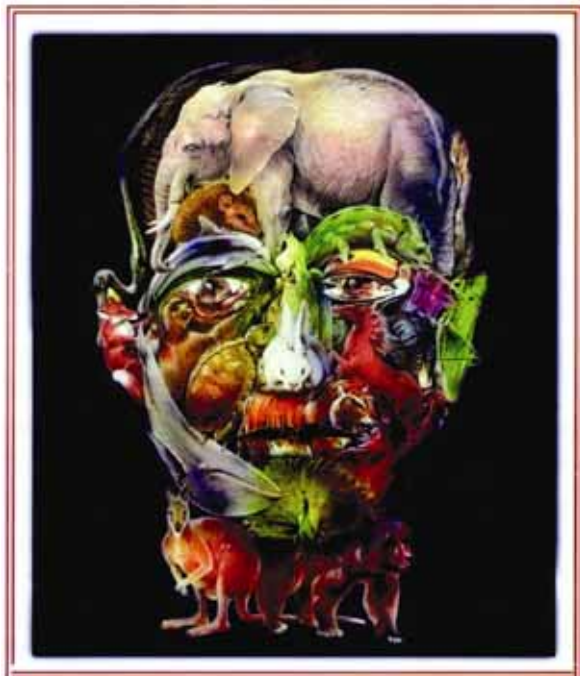
D II e IV.

E II e V.

**QUESTÃO 2**

*Quando o homem não trata bem a natureza, a natureza não trata bem o homem.*

Essa afirmativa reitera a necessária interação das diferentes espécies, representadas na imagem a seguir.



Disponível em <http://curiosidades.spaceblog.com.br>. Acesso em 10 out. 2008.

Depreende-se dessa imagem a

- Ⓐ atuação do homem na clonagem de animais pré-históricos.
- Ⓑ exclusão do homem na ameaça efetiva à sobrevivência do planeta.
- Ⓒ ingerência do homem na reprodução de espécies em cativeiro.
- Ⓓ mutação das espécies pela ação predatória do homem.
- Ⓔ responsabilidade do homem na manutenção da biodiversidade.

**QUESTÃO 3**

A exposição aos raios ultravioleta tipo B (UVB) causa queimaduras na pele, que podem ocasionar lesões graves ao longo do tempo. Por essa razão, recomenda-se a utilização de filtros solares, que deixam passar apenas certa fração desses raios, indicada pelo Fator de Proteção Solar (FPS). Por exemplo, um protetor com FPS igual a 10 deixa passar apenas 1/10 (ou seja, retém 90%) dos raios UVB. Um protetor que retenha 95% dos raios UVB possui um FPS igual a

- Ⓐ 95.
- Ⓑ 90.
- Ⓒ 50.
- Ⓓ 20.
- Ⓔ 5.

**QUESTÃO 4****CIDADÃS DE SEGUNDA CLASSE?**

As melhores leis a favor das mulheres de cada país-membro da União Européia estão sendo reunidas por especialistas. O objetivo é compor uma legislação continental capaz de contemplar temas que vão da contracepção à equidade salarial, da prostituição à aposentadoria. Contudo, uma legislação que assegure a inclusão social das cidadãs deve contemplar outros temas, além dos citados.

São dois os temas mais específicos para essa legislação:

- Ⓐ aborto e violência doméstica.
- Ⓑ cotas raciais e assédio moral.
- Ⓒ educação moral e trabalho.
- Ⓓ estupro e imigração clandestina.
- Ⓔ liberdade de expressão e divórcio.

**QUESTÃO 5**

A foto a seguir, da americana Margaret Bourke-White (1904-71), apresenta desempregados na fila de alimentos durante a Grande Depressão, que se iniciou em 1929.



STRICKLAND, Carol; BOSWELL, John. **Arte Comentada:** da pré-história ao pós-moderno. Rio de Janeiro: Ediouro [s.d.].

Além da preocupação com a perfeita composição, a artista, nessa foto, revela

- Ⓐ a capacidade de organização do operariado.
- Ⓑ a esperança de um futuro melhor para negros.
- Ⓒ a possibilidade de ascensão social universal.
- Ⓓ as contradições da sociedade capitalista.
- Ⓔ o consumismo de determinadas classes sociais.



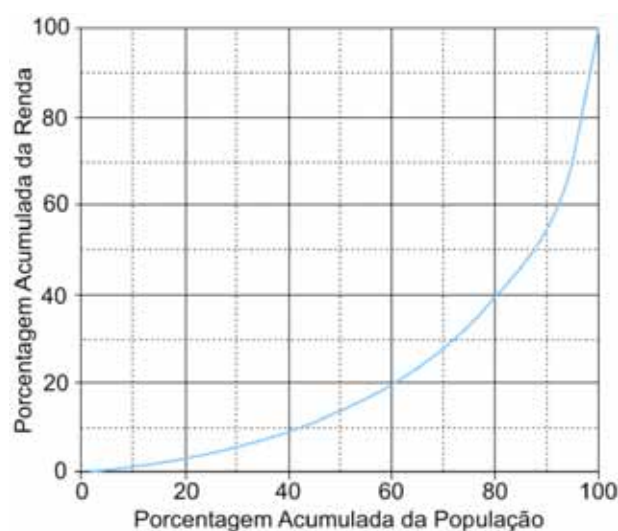
**QUESTÃO 6**
**CENTROS URBANOS MEMBROS DO GRUPO “ENERGIA-CIDADES”**


LE MONDE Diplomatique Brasil. Atlas do Meio Ambiente, 2008, p. 82.

No mapa, registra-se uma prática exemplar para que as cidades se tornem sustentáveis de fato, favorecendo as trocas horizontais, ou seja, associando e conectando territórios entre si, evitando desperdícios no uso de energia.

Essa prática exemplar apóia-se, fundamentalmente, na

- A centralização de decisões políticas.
- B atuação estratégica em rede.
- C fragmentação de iniciativas institucionais.
- D hierarquização de autonomias locais.
- E unificação regional de impostos.

**QUESTÃO 7**

 Disponível em <http://www.ipea.gov.br>

Apesar do progresso verificado nos últimos anos, o Brasil continua sendo um país em que há uma grande desigualdade de renda entre os cidadãos. Uma forma de se constatar este fato é por meio da Curva de Lorenz, que fornece, para cada valor de  $x$  entre 0 e 100, o percentual da renda total do País auferido pelos  $x\%$  de brasileiros de menor renda. Por exemplo, na Curva de Lorenz para 2004, apresentada ao lado, constata-se que a renda total dos 60% de menor renda representou apenas 20% da renda total.

De acordo com o mesmo gráfico, o percentual da renda total correspondente aos 20% de **maior** renda foi, aproximadamente, igual a

- A 20%.
- B 40%.
- C 50%.
- D 60%.
- E 80%.

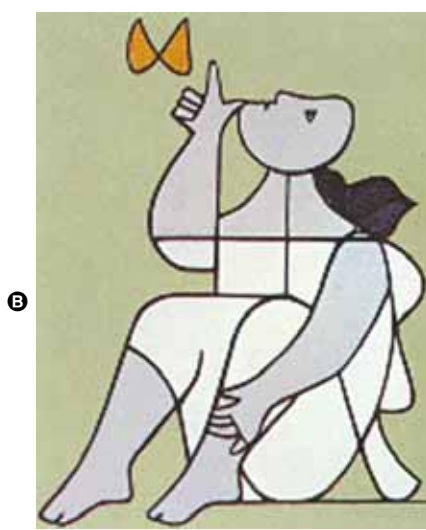
## QUESTÃO 8

O filósofo alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900), talvez o pensador moderno mais incômodo e provocativo, influenciou várias gerações e movimentos artísticos. O Expressionismo, que teve forte influência desse filósofo, contribuiu para o pensamento contrário ao racionalismo moderno e ao trabalho mecânico, através do embate entre a razão e a fantasia. As obras desse movimento deixam de priorizar o padrão de beleza tradicional para focar a instabilidade da vida, marcada por angústia, dor, inadequação do artista diante da realidade.

Das obras a seguir, a que reflete esse enfoque artístico é



*Homem idoso na poltrona*  
Rembrandt van Rijn – Louvre, Paris.  
Disponível em: <http://www.allposters.com>



*Figura e borboleta*  
Milton Dacosta  
Disponível em: <http://www.unesp.br>



*O grito* – Edvard Munch – Museu Munch, Oslo  
Disponível em: <http://members.cox.net>



*Menino mordido por um lagarto*  
Michelangelo Merisi (Caravaggio)  
National Gallery, Londres  
Disponível em: <http://vr.theatre.ntu.edu.tw>



*Abaporu* – Tarsila do Amaral  
Disponível em: <http://tarsiladoamaral.com.br>

**QUESTÃO 9 – DISCURSIVA**

**DIREITOS HUMANOS EM QUESTÃO**



LE MONDE Diplomatique Brasil. Ano 2, n. 7, fev. 2008, p. 31.

*O caráter universalizante dos direitos do homem (...) não é da ordem do saber teórico, mas do operatório ou prático: eles são invocados para agir, desde o princípio, em qualquer situação dada.*

François JULIEN, filósofo e sociólogo.

Neste ano, em que são comemorados os 60 anos da Declaração Universal dos Direitos Humanos, novas perspectivas e concepções incorporam-se à agenda pública brasileira. Uma das novas perspectivas em foco é a visão mais integrada dos direitos econômicos, sociais, civis, políticos e, mais recentemente, ambientais, ou seja, trata-se da integralidade ou indivisibilidade dos direitos humanos. Dentre as novas concepções de direitos, destacam-se:

- ▶ a habitação como **moradia digna** e não apenas como necessidade de abrigo e proteção;
- ▶ a segurança como **bem-estar** e não apenas como necessidade de vigilância e punição;
- ▶ o trabalho como **ação para a vida** e não apenas como necessidade de emprego e renda.

Tendo em vista o exposto acima, selecione **uma** das concepções destacadas e esclareça por que ela representa um avanço para o exercício pleno da cidadania, na perspectiva da integralidade dos direitos humanos.

Seu texto deve ter entre **8 e 10** linhas.

**(valor: 10,0 pontos)**

**RASCUNHO – QUESTÃO 9**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**QUESTÃO 10 – DISCURSIVA**


Revista Veja, 20 ago. 2008, p. 72-3.

**Alunos dão nota 7,1 para ensino médio**

Apesar das várias avaliações que mostram que o ensino médio está muito aquém do desejado, os alunos, ao analisarem a formação que receberam, têm outro diagnóstico. No questionário socioeconômico que responderam no Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) do ano passado, eles deram para seus colégios nota média 7,1. Essa boa avaliação varia pouco conforme o desempenho do aluno. Entre os que foram mal no exame, a média é de 7,2; entre aqueles que foram bem, ela fica em 7,1.

GOIS, Antonio. *Folha de S.Paulo*, 11 jun. 2008 (Fragmento).

**Entre os piores também em matemática e leitura**

O Brasil teve o quarto pior desempenho, entre 57 países e territórios, no maior teste mundial de matemática, o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) de 2006. Os estudantes brasileiros de escolas públicas e particulares ficaram na 54.<sup>a</sup> posição, à frente apenas de Tunísia, Qatar e Quirguistão. Na prova de leitura, que mede a compreensão de textos, o país foi o oitavo pior, entre 56 nações.

Os resultados completos do Pisa 2006, que avalia jovens de 15 anos, foram anunciados ontem pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento (OCDE), entidade que reúne países adeptos da economia de mercado, a maioria do mundo desenvolvido.

WEBER, Demétrio. *Jornal O Globo*, 5 dez. 2007, p. 14 (Fragmento).

**Ensino fundamental atinge meta de 2009**

O aumento das médias dos alunos, especialmente em matemática, e a diminuição da reprovação fizeram com que, de 2005 para 2007, o país melhorasse os indicadores de qualidade da educação. O avanço foi mais visível no ensino fundamental. No ensino médio, praticamente não houve melhoria. Numa escala de zero a dez, o ensino fundamental em seus anos iniciais (da primeira à quarta série) teve nota 4,2 em 2007. Em 2005, a nota fora 3,8. Nos anos finais (quinta a oitava), a alta foi de 3,5 para 3,8. No ensino médio, de 3,4 para 3,5. Embora tenha comemorado o aumento da nota, ela ainda foi considerada “pior do que regular” pelo ministro da Educação, Fernando Haddad.

GOIS, Antonio; PINHO, Angela. *Folha de S.Paulo*, 12 jun. 2008 (Fragmento).

A partir da leitura dos fragmentos motivadores reproduzidos, redija um texto dissertativo (fundamentado em pelo menos dois argumentos), sobre o seguinte tema:

**A contradição entre os resultados de avaliações oficiais e a opinião emitida pelos professores, pais e alunos sobre a educação brasileira.**

No desenvolvimento do tema proposto, utilize os conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação.

**Observações**

- Seu texto deve ser de cunho dissertativo-argumentativo (não deve, portanto, ser escrito em forma de poema, de narração etc.).
- Seu ponto de vista deve estar apoiado em pelo menos dois argumentos.
- O texto deve ter entre 8 e 10 linhas.
- O texto deve ser redigido na modalidade padrão da língua portuguesa.
- Seu texto não deve conter fragmentos dos textos motivadores.

(valor: 10,0 pontos)

**RASCUNHO – QUESTÃO 10**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

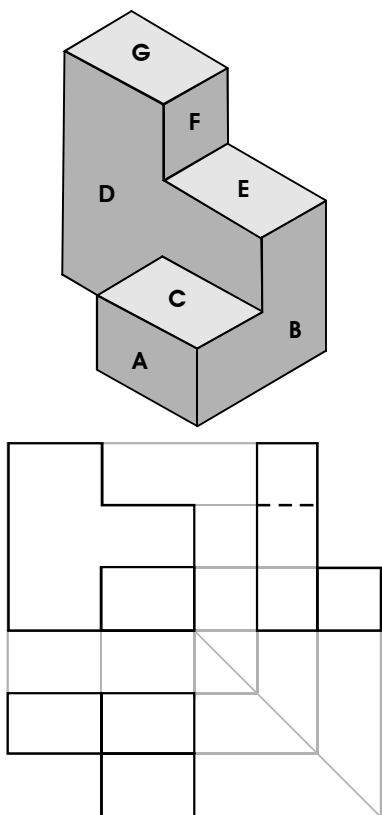


## CONHECIMENTOS BÁSICOS (COMUM AOS GRUPOS DE I A VII DE ENGENHARIA)

### QUESTÃO 11

Na linguagem da representação gráfica, são utilizados recursos variados, que vão dos traços a mão livre às imagens resultantes de modelos tridimensionais (3D) em computador. Nas áreas técnicas, a comunicação por imagens se dá, principalmente, por meio de desenhos em que se empregam linhas, traçados, técnicas e métodos precisos e claramente definidos. É o chamado desenho técnico.

As figuras abaixo mostram uma perspectiva técnica de um objeto e três de suas vistas ortográficas, desenhadas de acordo com a norma brasileira NBR 10067.



Analisando essas figuras, conclui-se que

- Ⓐ foi empregado, nas vistas ortográficas, o método de projeção chamado 3.º diedro, no qual a vista inferior é desenhada abaixo da vista frontal, e a vista lateral direita é desenhada à direita da vista frontal.
- Ⓑ foi desenhada, além das vistas ortográficas, uma perspectiva isométrica, que permite uma boa visualização do objeto.
- Ⓒ as faces **A** e **B** são as faces frontais do objeto, de acordo com o posicionamento das vistas.
- Ⓓ a linha tracejada no desenho das vistas indica a existência de uma aresta invisível, que não aparece na perspectiva.
- Ⓔ a perspectiva e as três vistas apresentadas são insuficientes para se determinar que a face oposta à **D** é vertical.

### QUESTÃO 12

O gerente da divisão de carros da Pontiac, nos Estados Unidos da América, recebeu uma curiosa carta de reclamação de um cliente:

"(...) Eu posso parecer louco, mas o fato é que nós temos uma tradição em nossa família, que é a de comer sorvete depois do jantar. Repetimos este hábito todas as noites, variando apenas o tipo do sorvete, e eu sou o encarregado de ir comprá-lo. Sempre que eu compro sorvete de baunilha, quando volto da loja para casa, o carro não funciona. Se compro qualquer outro tipo de sorvete, o carro funciona normalmente."

Apesar das piadas, um engenheiro da empresa foi encarregado de atender à reclamação. Repetiu a exata rotina com o reclamante e constatou que, de fato, o carro só não funcionava quando se comprava sorvete de baunilha. Depois de duas semanas de investigação, o engenheiro descobriu que, quando escolhia sorvete de baunilha, o comprador gastava menos tempo, porque esse tipo de sorvete estava bem na frente da loja. Examinando o carro, fez nova descoberta: como o tempo de compra era muito menor no caso do sorvete de baunilha, os vapores na tubulação de alimentação de combustível não se dissipavam, impedindo que a nova partida fosse instantânea. A partir desse episódio, a Pontiac mudou o sistema de alimentação de combustível, introduzindo alteração em todos os modelos a partir da linha 99.

Internet: <newsworlds.wordpress.com> (com adaptações).

Suponha que o engenheiro tenha utilizado as seguintes etapas na solução do problema:

- I fazer testes e ensaios para confirmar quais são as variáveis relevantes;
- II constatar a natureza sistemática do problema;
- III criar hipóteses sobre possíveis variáveis significativas;
- IV propor alterações no sistema em estudo.

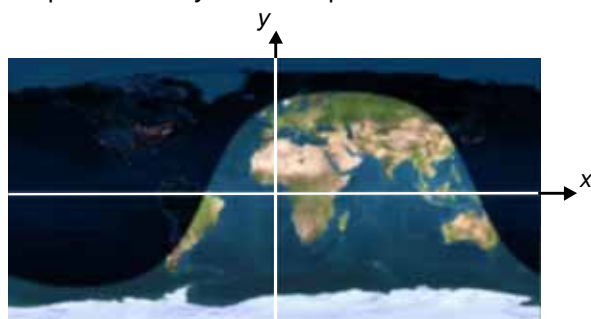
Considerando que as etapas I, II e III não estão listadas na ordem em que devem ocorrer, qual é o ordenamento correto dessas três etapas?

- Ⓐ I, III, II
- Ⓑ II, I, III
- Ⓒ II, III, I
- Ⓓ III, I, II
- Ⓔ III, II, I

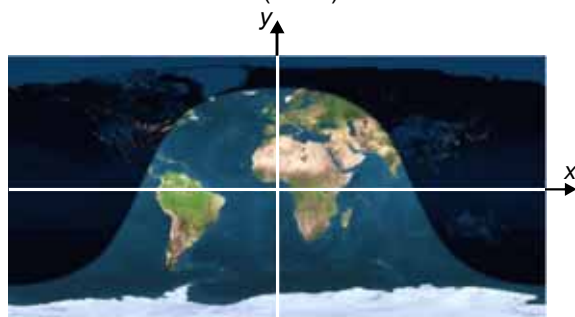


### Texto para as questões 13 e 14

As duas figuras abaixo mostram uma representação da Terra iluminada pelo Sol. As duas figuras correspondem ao 1.º dia do verão no hemisfério sul. A primeira foi obtida às 9 h da manhã com relação ao meridiano de Greenwich (GMT – Greenwich Mean Time). A segunda imagem foi obtida três horas depois, ou seja, ao meio-dia (GMT). As imagens podem ser usadas para se determinar o horário do amanhecer e do pôr-do-sol em qualquer cidade do mundo. Nas figuras, foi introduzido um sistema de coordenadas cartesianas, no qual a linha do Equador é representada pelo eixo dos  $x$  (dado em graus) e o meridiano de Greenwich, pelo eixo dos  $y$  (também dado em graus), de modo que  $y = +90$  no pólo norte e  $y = -90$  no pólo sul.



nove horas da manhã (GMT)



meio-dia (GMT)

Internet: <www.fourmilab.ch/cgi-bin/Earth> (com adaptações).

### QUESTÃO 13

Considere que  $t$  seja o tempo, em horas, de modo que  $t = 0$  corresponda ao meio-dia (GMT). Escolha a opção que descreve o modelo mais preciso do deslocamento da curva que separa a área iluminada da região de sombra na Terra, no dia representado nas figuras.

- A  $y = 75 \cos(x + 15 t)$
- B  $y = 75 \sin(x - 24 t)$
- C  $y = 75 \sin(x + 15 t)$
- D  $y = 90 \cos(x + 24 t)$
- E  $y = 90 \sin(x - 24 t)$

### QUESTÃO 14

As figuras do texto podem ser utilizadas para se explicar o horário de verão. De fato, durante o verão no hemisfério sul, a duração do dia é maior que a duração da noite. O Operador Nacional do Sistema (ONS) relatou que, no verão de 2007 para 2008, houve uma redução da carga máxima da região Sul do Brasil da ordem de 4% e uma redução do consumo de energia da ordem de 1%. Considerando essas informações, é correto afirmar que

- A as maiores vantagens econômicas do horário de verão ocorrem nos países cortados pela linha do Equador, onde os dias de verão têm aproximadamente a mesma duração que os dias de inverno.
- B os ganhos econômicos proporcionados pelo horário de verão são menores nos países do hemisfério norte porque, naquela região, o número de horas dos dias de verão é inferior ao do hemisfério sul.
- C o Sol, durante o horário de verão no Brasil, nasce mais cedo, sendo reduzido o consumo de energia no período matinal, o que acarreta significativa economia de energia para o país.
- D os dados do ONS apontam para uma redução de cerca de 5% da conta mensal de eletricidade dos consumidores da região Sul do Brasil durante o horário de verão.
- E o Sol, no verão, nasce aproximadamente no mesmo momento em Natal – RN e em Porto Alegre – RS; no entanto, ele se põe primeiro na região Nordeste, o que motiva a aplicação do horário de verão nos estados do sul do Brasil.

### QUESTÃO 15



Laerte. Brasil. Almanaque de cultura popular. Ano 10, jul./2008, n.º 111, p. 34 (com adaptações).

Paralelamente à mensagem jocosa, existe, na charge acima, outra mensagem subjacente, que remete ao fenômeno conhecido como

- A efeito estufa, observado a partir da Revolução Industrial, o qual corresponde ao aumento da temperatura global da Terra.
- B aquecimento global, que pode causar secas, inundações, furacões, desertificação e elevação dos níveis dos oceanos.
- C escurecimento global, que é causado pela presença, na atmosfera, de material particulado oriundo da poluição.
- D mudança sazonal no trajeto das correntes marinhas, que altera o ciclo migratório dos pinguins.
- E aumento do buraco na camada de ozônio, causado pela presença, na estratosfera, de gases utilizados em sistemas de refrigeração.

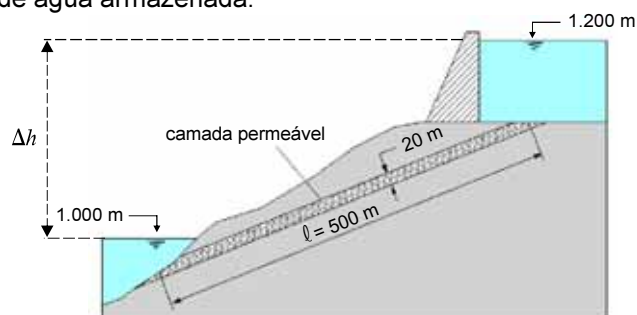
**QUESTÃO 16**

Um chuveiro elétrico de uma residência alimentada com tensão de 220 V opera em duas posições: *inverno* (4.400 W) e *verão* (2.200 W). Considere que a carga desse chuveiro elétrico seja representada por uma resistência pura. Sabendo que a potência em uma carga é igual ao produto da tensão pela corrente ( $P = V \times I$ ), que a relação entre tensão e corrente em uma carga resistiva é igual ao próprio valor da resistência ( $R = V/I$ ) e que a energia em uma carga de potência constante é dada pelo produto da potência pelo tempo ( $E = P \times t$ ), conclui-se que

- Ⓐ é adequado o uso de um disjuntor de 15 A para proteger o circuito desse chuveiro.
- Ⓑ a resistência do chuveiro na posição *inverno* é maior que a resistência na posição *verão*.
- Ⓒ a quantidade de energia gasta em um banho de 10 minutos independe da posição da chave do chuveiro: *inverno* ou *verão*.
- Ⓓ a potência do chuveiro na posição *inverno*, se ele fosse instalado em uma residência alimentada em 110 V, seria de 1.100 W.
- Ⓔ a potência independe do valor da resistência, visto que é dada pelo produto da tensão pela corrente.

**QUESTÃO 17**

Após a construção de uma barragem, detectou-se a presença de uma camada permeável de espessura uniforme igual a 20 m e que se estende ao longo de toda a barragem, cuja seção transversal está ilustrada abaixo. Essa camada provoca, por infiltração, a perda de volume de água armazenada.



Sabe-se que, sob condições de fluxo laminar, a velocidade de fluxo aparente da água através de um meio poroso pode ser calculada pela lei de Darcy, que estabelece que essa velocidade é igual ao produto do coeficiente de permeabilidade do meio pelo gradiente hidráulico — perda de carga hidráulica por unidade de comprimento percorrida pelo fluido,

ou seja,  $\frac{\Delta h}{\ell}$ . A vazão de água através do meio é o produto da velocidade de fluxo pela área da seção atravessada pela água, normal à direção do fluxo.

Suponha que o coeficiente de permeabilidade da camada permeável seja igual a  $10^{-4}$  m/s, que ocorram perdas de carga hidráulica somente no trecho percorrido pela água dentro dessa camada e que a barragem e as demais camadas presentes sejam impermeáveis. Sob essas condições, a vazão ( $Q$ ) por unidade de comprimento ao longo da extensão da barragem, que é perdida por infiltração através da camada permeável, satisfaz à seguinte condição:

- Ⓐ  $Q < 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s/m.
- Ⓑ  $10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s/m  $< Q \leq 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s/m.
- Ⓒ  $10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s/m  $< Q \leq 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s/m.
- Ⓓ  $10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s/m  $< Q \leq 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/s/m.
- Ⓔ  $Q > 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/s/m.

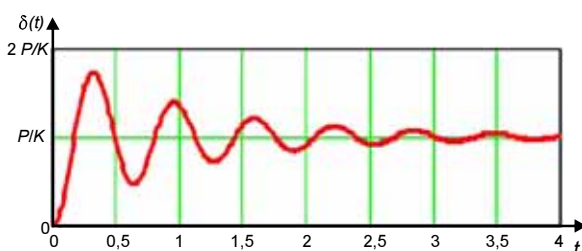
**RASCUNHO**

### QUESTÃO 18

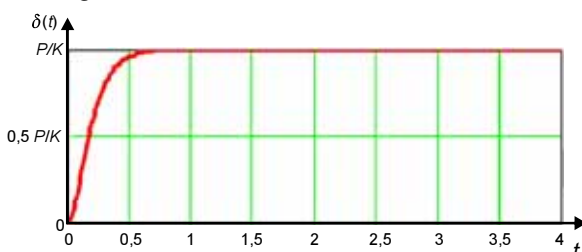
Alguns tipos de balança utilizam, em seu funcionamento, a relação entre o peso  $P$  e a deformação elástica  $\delta$  que ele provoca em uma mola de constante elástica  $K$ , ou seja,  $P=K \times \delta$  (lei de Hooke). Ao se colocar certa mercadoria no prato de uma balança desse tipo, a deformação  $\delta$  não ocorre instantaneamente. Existe um movimento transiente que depende de outro parâmetro: o nível de amortecimento no mecanismo da balança, dado pelo parâmetro adimensional  $\zeta$ , denominado **fator de amortecimento**.

O movimento transiente, a partir do instante em que a mercadoria é colocada no prato da balança, pode ser descrito por 3 equações diferentes (e tem comportamentos diferentes), conforme o valor de  $\zeta$ .

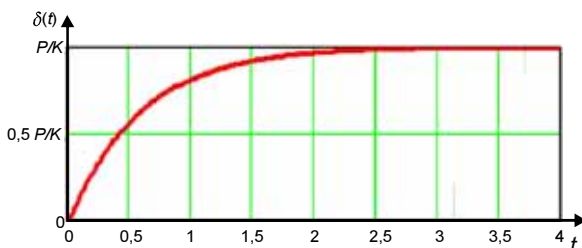
Para  $\zeta < 1$ ,  $\delta(t) = \frac{P}{K} \left( 1 - \frac{\omega_n}{\omega_d} \cdot e^{-\zeta \omega_n t} \cdot \text{sen}(\omega_d t + \varnothing) \right)$ , em que  $\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}}$ ,  $\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$  e  $\varnothing = \cos^{-1} \zeta$ . A figura abaixo exemplifica o gráfico da função quando  $\zeta = 0,1$ .



Para  $\zeta = 1$ ,  $\delta(t) = \frac{P}{K} \cdot (1 - e^{-\zeta \omega_n t} \cdot (1 + \zeta \omega_n t))$ , cujo gráfico está ilustrado a seguir.



Para  $\zeta > 1$ ,  $\delta(t) = \frac{P}{K} \cdot \left( 1 - e^{-\zeta \omega_n t} \cdot \left( \cosh \omega_v t - \frac{\zeta \omega_n}{\omega_v} \sinh \omega_v t \right) \right)$ , em que  $\omega_v = \omega_n \sqrt{\zeta^2 - 1}$ . A figura abaixo exemplifica o gráfico da função quando  $\zeta = 2$ .



Com base nessas informações, conclui-se que a balança indica o valor da massa mais rapidamente quando

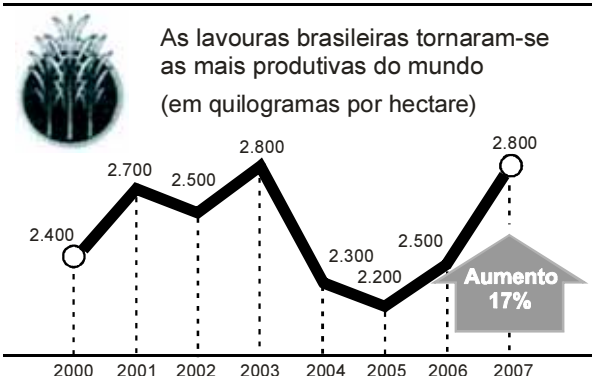
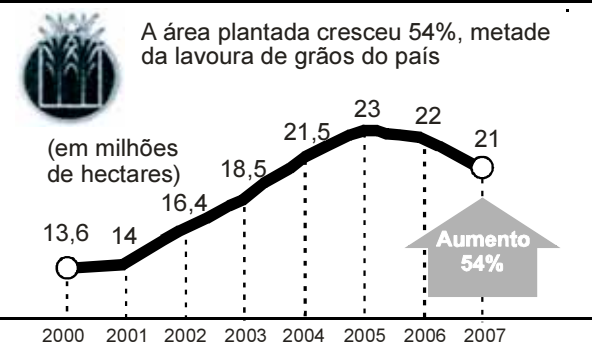
- A  $\zeta < 0$ .
- B  $\zeta = 0$ .
- C  $0 < \zeta < 1$ .
- D  $\zeta = 1$ .
- E  $\zeta > 1$ .

### QUESTÃO 19

Os gráficos abaixo apresentam informações sobre a área plantada e a produtividade das lavouras brasileiras de soja com relação às safras de 2000 a 2007.

#### A SEMENTE DO AGRONEGÓCIO

Com o crescimento desta década, o Brasil passou a responder por 27% do mercado global de soja. Um em cada cinco dólares exportados pelo agronegócio vem do complexo soja.



A proteína do campo. In: Veja, 23/7/2008, p. 79 e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (com adaptações).

Considere que as taxas de variação de 2006 para 2007, observadas nos dois gráficos, se mantenham para o período de 2007 a 2008. Nessa situação, a produção total de soja na safra brasileira de 2008 seria, em milhões de toneladas,

- A menor que 58,8.
- B maior ou igual a 58,8 e menor que 60.
- C maior ou igual a 60 e menor que 61.
- D maior ou igual a 61 e menor que 62.
- E maior ou igual a 62.

## QUESTÃO 20

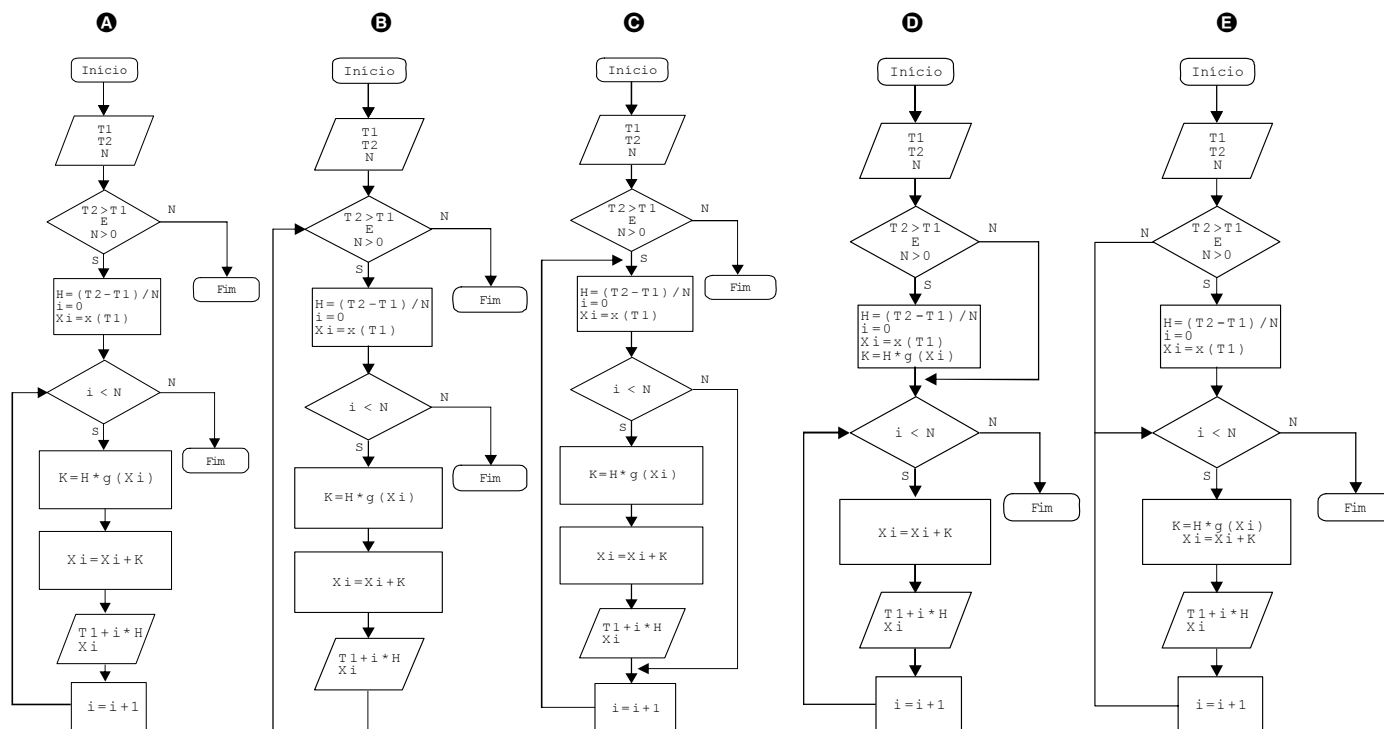
Pseudocódigo é uma forma genérica de se escrever um algoritmo, da forma mais detalhada possível, utilizando-se uma linguagem simples, nativa a quem o escreve, de modo a ser entendida sem necessidade de se conhecer a sintaxe de uma linguagem de programação específica. Apresenta-se abaixo o pseudocódigo de um algoritmo capaz de resolver equações diferenciais da forma  $\frac{dx(t)}{dt} = g(x)$ , freqüentemente encontrada em problemas de modelagem em engenharia.

```

LER (T1);
LER (T2);
LER (N);
SE ((T2 > T1) E (N > 0)) ENTÃO
    H ← (T2 - T1) / N;
    Xi ← x(T1);
    PARA (i ← 0) ENQUANTO (i < N) FAZ
        K ← H × g(Xi);
        Xi ← Xi + K;
        VISUALIZAR (T1 + i × H, Xi);
        i ← i + 1;
    FIM PARA
FIM SE

```

Uma forma equivalente, e algumas vezes complementar, ao pseudocódigo, utilizada para se representar um algoritmo é o diagrama de fluxos (fluxograma). Que fluxograma representa, de modo mais preciso, o pseudocódigo descrito acima?





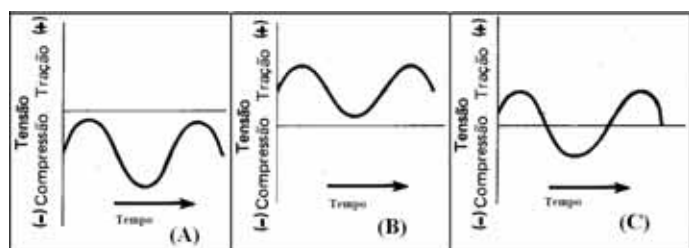
## COMPONENTE ESPECÍFICO

### QUESTÃO 21



Aero Magazine, ano 13, n.º 145, junho de 2006.

Durante uma turbulência, um trecho da superfície externa da parte superior da asa de um avião, indicado na figura, estará sujeito a solicitações mecânicas de tração e de compressão na direção ortogonal ao eixo principal da aeronave. Tais solicitações ocasionam fadiga cíclica no elemento de superfície considerado. Considere os três tipos de diagramas de solicitações a seguir (tensão normal  $\times$  tempo).



Considerando que a tensão na região indicada na figura seja nula no caso de um voo sem turbulência, qual(is) dos diagramas acima descreveria(m) melhor a situação em um voo sob turbulência?

- Ⓐ A, apenas.
- Ⓑ B, apenas.
- Ⓒ C, apenas.
- Ⓓ A e B, apenas.
- Ⓔ B e C, apenas.

### QUESTÃO 22

A literatura que trata dos efeitos da microestrutura sobre as propriedades mecânicas dos materiais metálicos policristalinos estabelece uma relação entre o tamanho médio de grão e o limite de escoamento ( $\sigma_y$ ) — relação de Hall-Petch. Com base nesses conceitos, foram desenvolvidas técnicas de processamentos termomecânicos, como, por exemplo, a laminação controlada, que visam o refino de grão de aços estruturais, em que os requisitos de resistência mecânica e tenacidade são essenciais na especificação desses produtos. Acerca dessa relação, assinale a opção correta.

- Ⓐ Nos materiais monofásicos, o limite de escoamento ( $\sigma_y$ ) cresce com a raiz quadrada do tamanho médio de grão.
- Ⓑ Quando o material apresenta grãos de fases diferentes, com características microestruturais muito distintas, é possível adotar uma expressão do tipo “regra das misturas”, utilizando a equação de Hall-Petch para cada uma das fases na proporção da fração em volume de cada fase.
- Ⓒ A equação de Hall-Petch aplica-se apenas aos materiais com grãos completamente recristalizados e que apresentem distribuição uniforme de tamanhos.
- Ⓓ É possível adotar um tamanho de grão equivalente na equação de Hall-Petch, desde que uma fração dos grãos de uma mesma fase não apresente subestrutura de discordâncias para formação de subgrãos.
- Ⓔ O tamanho médio dos grãos na relação de Hall-Petch representa o efeito dos contornos dos grãos como barreira à movimentação das discordâncias. Portanto, quanto maior é o tamanho médio de grão, maior é o número de contornos por unidade de volume e, assim, maior é o número de barreiras à movimentação das discordâncias.

**QUESTÃO 23****Resposta em poucos minutos**

*Aparelho portátil mede hemoglobina e permite o diagnóstico da anemia em tempo real.*

Um método simples e prático para avaliação de anemia, composto de um aparelho portátil que mede a concentração de hemoglobina no sangue e instantaneamente dá o resultado, está em fase final de validação. A hemoglobina, proteína existente nas hemácias e no plasma, responsável pelo transporte de oxigênio, é o principal parâmetro utilizado para indicação da falta de ferro no organismo. Uma picada no dedo é suficiente para retirar o sangue com uma pipeta, que em seguida é transferido para uma ampola com reagente. Depois de o conteúdo líquido estar homogêneo, a ampola é encaixada em um espaço apropriado no equipamento. A leitura é feita por um fotômetro, composto por um diodo emissor de luz, ou LED (da sigla em inglês *light emitting diode*), na cor verde — comprimento de onda que a molécula de hemoglobina absorve — e de um detector de luz do outro lado. Pela quantidade de luz que é absorvida, é possível dosar a quantidade de hemoglobina na amostra. A leitura dos padrões de hemoglobina é feita por um *chip*.

Revista FAPESP (com adaptações)

O feixe de luz absorvido pode sofrer refração e/ou transmissão. Supondo que, nessa técnica, a ampola utilizada não tenha influência no resultado obtido, julgue os itens seguintes.

- I A velocidade do feixe de luz transmitido para o interior da ampola diminui, e, como resultado, esse feixe pode ser desviado da sua trajetória ao atingir o fluido. Esse fenômeno, denominado refração, é caracterizado pelo índice  $n$ , definido como a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz nesse meio.
- II Diferentemente da absorção do feixe na ampola, o índice de refração do material fluido independe do comprimento de onda do feixe.
- III Independentemente do ângulo de incidência, nenhuma fração do feixe de luz incidente é refletida ao passar do meio externo (ar) para o meio interno (fluido) na ampola, já que os meios são transparentes e o fenômeno de reflexão independe dos índices de refração de ambos os meios.

É correto o que se afirma em

- A I, apenas.
- B II, apenas.
- C III, apenas.
- D I e II, apenas.
- E I e III, apenas.

**QUESTÃO 24****Banho de luz preciso**

*Dispositivo eletrônico monitora dose de radiação usada no tratamento de icterícia em recém-nascidos.*

A icterícia é um problema que atinge entre 60% e 80% dos neonatos no mundo e está relacionada à falta de maturidade do fígado, incapaz de metabolizar a bilirrubina, um pigmento normal, de cor amarelada, gerado pelo metabolismo das células vermelhas do sangue. A principal terapia em uso para icterícia é a fototerapia, com a exposição do recém-nascido a uma fonte luminosa equipada com lâmpadas fluorescentes, incandescentes halógenas ou LEDs azuis. A eficiência do tratamento é diretamente proporcional à quantidade de energia luminosa que incide sobre o bebê e à área de sua superfície corporal exposta a essa radiação.

Para o controle e o monitoramento dessa luz sobre o recém-nascido, foi desenvolvido um dosímetro de radiação feito com uma solução de polímeros luminescentes conhecidos como *meh-ppv*. O dispositivo funciona a partir da mudança de cor dessa solução em razão do tempo de exposição à radiação. O material luminescente é capaz de absorver energia e, em seguida, reemitir luz visível.

Revista FAPESP (com adaptações)

Considerando que esse novo dispositivo funcione com luz visível, cujo comprimento de onda  $\lambda$  está entre  $0,4 \mu\text{m}$  e  $0,7 \mu\text{m}$ , que a velocidade da luz  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$  e que a constante de Planck  $h = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$ , é correto afirmar que o dispositivo funciona com radiação de energia entre

- A 0 e  $0,18 \text{ eV}$ .
- B  $0,18$  e  $0,31 \text{ eV}$ .
- C  $0,31$  e  $1,8 \text{ eV}$ .
- D  $1,8$  e  $3,1 \text{ eV}$ .
- E  $18$  e  $31 \text{ eV}$ .

**QUESTÃO 25**
**Chips nacionais**

*São Paulo terá a maior fábrica de chips da América Latina.*

A primeira fábrica em larga escala de semicondutores da América Latina será na cidade de São Carlos, no interior do estado de São Paulo. A produção se dará por meio de uma parceria entre a empresa norte-americana Symetrix e o grupo nacional Encalco-Damha e contará com um investimento de mais de US\$ 1 bilhão (cerca de 2,5 bilhões de reais!). A fábrica produzirá chips de memória ferroelétrica, capazes de armazenar mais informações que os componentes atuais. Pela tecnologia que temos hoje, 1 cm<sup>2</sup> é capaz de armazenar 1 gigabyte. Com a ferroelétrica, é possível armazenar, nesse mesmo espaço, 250 gigabytes.

Mas tudo começou com os ferromagnetos, um dos materiais pioneiros para armazenamento de dados utilizados, por exemplo, em fitas cassete de gravação magnética. A equação constitutiva do magnetismo,  $\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M})$ , descreve a relação entre a indução magnética, o campo magnético aplicado e a magnetização em um material magnético típico, como um ferromagneto.

Revista FAPESP (com adaptações)

Fazendo-se um paralelo entre materiais ferroelétricos e ferromagnéticos, é correto afirmar que a polarização em um material *ferroelétrico* equivale, em um material *ferromagnético*,

- Ⓐ à indução magnética,  $\mathbf{B}$ .
- Ⓑ ao campo magnético aplicado,  $\mathbf{H}$ .
- Ⓒ à soma  $(\mathbf{H} + \mathbf{M})$ .
- Ⓓ à permeabilidade magnética no vácuo,  $\mu_0$ .
- Ⓔ à magnetização,  $\mathbf{M}$ .

**QUESTÃO 26**

O *Large Hadron Collider* (LHC), o maior acelerador de partículas do mundo, começou a funcionar há algumas semanas. Entre espessas paredes de concreto, a 100 m abaixo da superfície, encontra-se um anel de 27 quilômetros de comprimento, formado por uma sucessão de 1.624 tubos metálicos, cada um com 14 metros de comprimento e 1 metro de diâmetro. Para permitir que um feixe de prótons circule no interior dos tubos, sem colidir com outros átomos ou moléculas, os tubos operam em ultra-alto vácuo. Isso estabelece entre as suas superfícies interna e externa um forte gradiente de pressão. Se, por essa razão, o metal utilizado for afetado pelo fenômeno de difusão no estado de equilíbrio, expresso matematicamente pela Lei de Fick, então as bombas que mantêm o vácuo no anel devem ser dimensionadas para retirar um fluxo de massa difundido que

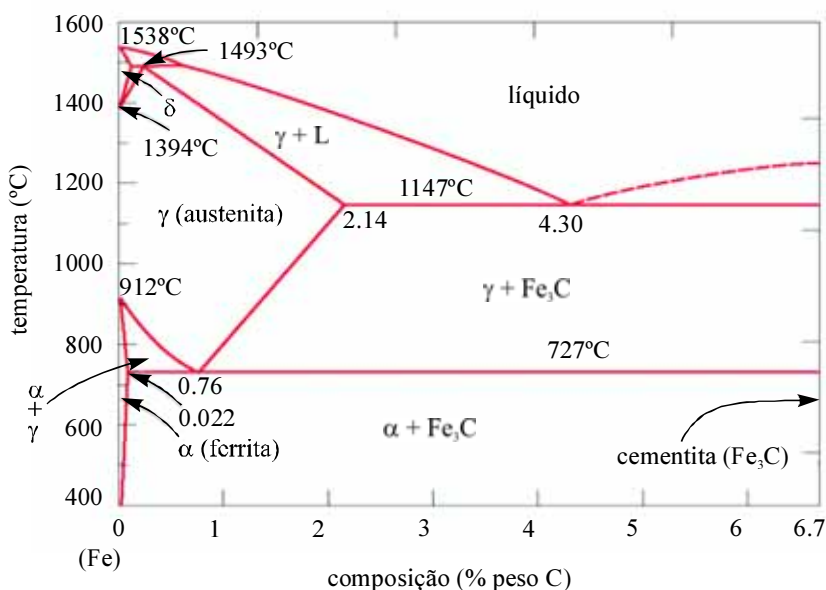
- Ⓐ é inversamente proporcional ao gradiente da concentração dessa massa.
- Ⓑ não depende do gradiente da concentração dessa massa, mas apenas do quadrado da sua concentração.
- Ⓒ é oposto e inversamente proporcional ao gradiente concentração, ou seja, vai do valor mais baixo de concentração para o mais alto.
- Ⓓ não depende do gradiente da concentração dessa massa, mas apenas da concentração da mesma.
- Ⓔ é oposto e proporcional ao gradiente concentração, ou seja, que vai da região de maior concentração para a de menor concentração.

**QUESTÃO 27**

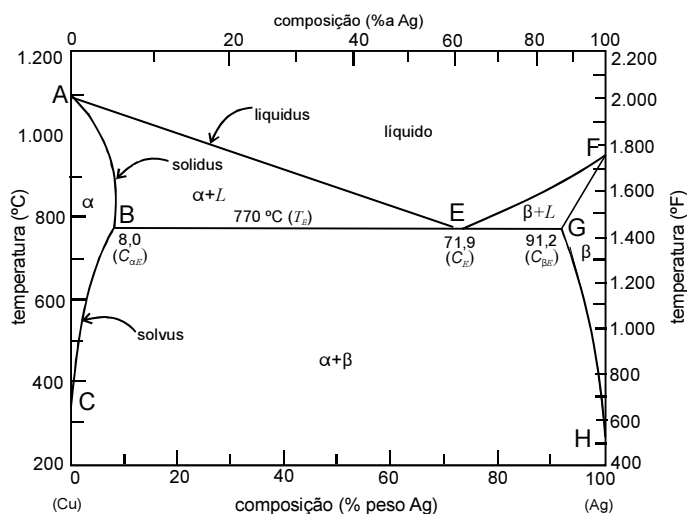
O diagrama de fases binário Ferro-Cementita (Fe-Fe<sub>3</sub>C), possui aplicações tecnológicas importantes ao permitir a compreensão das transformações de fases no resfriamento de aços e ferros fundidos.

Com base nesse diagrama, mostrado ao lado, assinale a opção correta.

- Ⓐ A austenita, estável acima da temperatura eutetoide, é magnética.
- Ⓑ A baixa solubilidade do carbono na ferrita pode ser explicada pela forma e pelo tamanho das posições intersticiais nas estruturas CCC, que dificultam a acomodação dos átomos de carbono.
- Ⓒ O carbono é uma impureza substitucional e forma soluções sólidas com as ferritas ( $\delta$ ) e ( $\alpha$ ) e austenita ( $\gamma$ ), nos seus respectivos campos monofásicos.
- Ⓓ A perlita é uma estrutura lamelar bifásica formada por lamelas de ferrita ( $\delta$ ) e cementita (Fe<sub>3</sub>C).
- Ⓔ A cementita caracteriza-se pela alta ductilidade e baixa dureza.



### QUESTÃO 28



Em relação ao diagrama Cobre-Prata mostrado acima, assinale a opção correta.

- A** Na composição 71,9 % em peso de prata, o ponto eutético ocorre a 779 °C e é caracterizado pela transformação, no resfriamento, de uma fase líquida em duas fases sólidas.
- B** A curva CBA estabelece o limite de solubilidade da solução sólida rica em cobre.
- C** A linha BEG também pode ser considerada uma curva liquidus e representa a temperatura mais baixa em que o líquido pode existir para quaisquer das composições.
- D** Uma regra geral para construção de diagramas binários estabelece que as regiões monofásicas estejam sempre separadas umas das outras por outra região monofásica.
- E** A curva HGF delimita a solução sólida da prata no cobre.

### QUESTÃO 29

O tratamento térmico efetuado em ligas ferrosas permite alterações microestruturais fundamentais para o comportamento mecânico. Dependendo da velocidade de resfriamento, entre outros fatores, a microestrutura obtida pode apresentar uma ou mais fases. Considerando-se as fases oriundas de tratamentos térmicos de ligas ferrosas, denomina-se bainita

- A** o produto da transformação austenítica, cuja microestrutura consiste em ferrita ( $\alpha$ ) com fina dispersão de cementita.
- B** o ferro puro com estrutura cristalina cúbica de face centrada.
- C** o produto da transformação austenítica com composição eutética, cuja estrutura consiste de camadas alternadas de ferrita e cementita.
- D** a fase metaestável composta por ferro supersaturado de carbono, sendo produto de uma transformação atômica da austenita.
- E** a cementita primária, que existe adicionalmente à perlita para aços hipereutéticos.

### QUESTÃO 30

O processo de deformação plástica, para uma quantidade significativa de materiais metálicos, ocorre devido ao fenômeno da movimentação das discordâncias (também chamada de “deslocações” em alguns textos). O movimento dessas discordâncias se faz pela ação dos componentes de tensões cisalhantes que atuam nos cristais. Entretanto, a movimentação dessas discordâncias pode ser dificultada pela presença de defeitos na estrutura cristalina. Como consequência da interferência desses defeitos na movimentação das discordâncias, há aumento do limite de escoamento. A respeito desse assunto, julgue os itens a seguir.

- I** Átomos intersticiais são mais eficientes em dificultar a movimentação de discordâncias que átomos substitucionais e, portanto, promovem um aumento significativo do limite de escoamento.
- II** O refino de grão não é uma barreira muito eficaz à movimentação das discordâncias. O efeito desse refino somente é significativo quando há uma quantidade elevada de precipitados grandes e dispersos nos contornos de grão.
- III** Um aumento da fração volumétrica de precipitados finos na matriz retarda a movimentação das discordâncias. Consequentemente, um material que contém dispersão de precipitados finos possui limite de escoamento significativamente maior que outro que não contém.

Assinale a opção correta.

- A** Apenas um item está certo.
- B** Apenas os itens I e II estão certos.
- C** Apenas os itens I e III estão certos.
- D** Apenas os itens II e III estão certos.
- E** Todos os itens estão certos.

### QUESTÃO 31

Vários processos foram desenvolvidos para conformação de metais. As inúmeras formas que o metal assume, tais como tubos, barras e placas, podem ser geradas por meio de dois processos básicos: deformação plástica (no qual o volume e a massa do metal são conservados) e usinagem (metal é removido para geração da peça final). O processo de conformação no qual um bloco metálico é forçado através de um orifício em uma matriz, por meio de alta pressão compressiva aplicada a um êmbolo, denomina-se

- A** estiramento.
- B** extrusão.
- C** forjamento.
- D** trefilação.
- E** laminação.



**QUESTÃO 32**

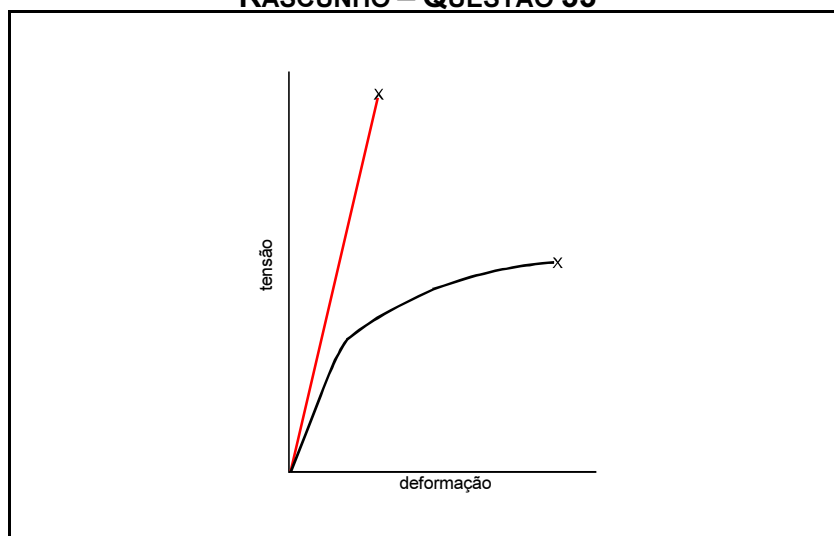
Os compósitos endurecidos por dispersão são capazes de promover o endurecimento de ligas metálicas, enquanto mantêm inalteradas as demais propriedades mecânicas, mesmo quando solicitados a temperaturas relativamente elevadas. Isso porque não exibem superenvelhecimento, inibem o crescimento de grão e o coalescimento das fases dispersas. Um exemplo de compósito endurecido por dispersão é o  $\text{Al-Al}_2\text{O}_3$ , produzido pela sinterização de pó de Alumínio com até 14% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Para a formação desses compósitos, qual deve ser o comportamento químico dos dispersóides em relação à matriz?

- Ⓐ Devem ser incapazes de reagir quimicamente com a matriz durante o processo de fabricação e durante o trabalho em temperaturas elevadas.
- Ⓑ Devem ser incapazes de reagir com a matriz quando adicionados em concentrações superiores às da matriz para obterem as propriedades pretendidas.
- Ⓒ Devem possuir reatividade química com a matriz para que ocorra a formação de uma terceira fase com propriedades otimizadas.
- Ⓓ Devem apresentar concentrações similares às da matriz para que se possa dosar as propriedades de ambas as fases após a reação com a matriz.
- Ⓔ Devem reagir quimicamente com a matriz para formar um composto intermetálico durante o processamento.

**QUESTÃO 33 – DISCURSIVA**

A fibra retirada das folhas de curauá (*Ananas erectifolius*), uma bromélia de grande porte da região amazônica e que pertence à mesma família do abacaxi, pelas suas propriedades mecânicas de alta resistência, baixa densidade — capaz de conferir leveza ao produto final — e potencial para reciclagem, está cotada para substituir a fibra de vidro empregada como reforço ao plástico na fabricação de peças de tamanho reduzido e finos detalhes geométricos.

A fibra de vidro é uma matéria-prima que requer alto consumo de energia para ser produzida. Além disso, os produtos feitos com esse material não podem ser reciclados por nenhum processo conhecido atualmente. A fibra do curauá, por outro lado, pode ser reciclada e é produzida com baixo consumo energético, apenas o necessário para o processo de extração e moagem da planta.

**RASCUNHO – QUESTÃO 33**

Considere que a fibra de curauá seja utilizada como reforço em uma matriz polimérica de comportamento mecânico predominantemente dúctil. Considerando, ainda, que a figura acima mostra as curvas de tensão-deformação para esses dois tipos de material, isoladamente, faça o que se pede a seguir.

- No gráfico de tensão-deformação, escreva as letras **F** e **M** ao lado das curvas correspondentes à fibra de carauá (F) e à matriz polimérica (M), respectivamente.  
(valor: 2,0 pontos)
- Desenhe no gráfico a curva correspondente ao compósito resultante fibra-polímero.  
(valor: 4,0 pontos)
- Por meio de um conjunto de linhas paralelas aos eixos do gráfico, delimite e indique os dois estágios de deformação do compósito fibra-polímero.  
(valor: 4,0 pontos)

**QUESTÃO 34 – DISCURSIVA**

A articulação é um componente importante no sistema do esqueleto humano. A parte superior do fêmur termina em um cabecote com formato esférico, que se ajusta no interior de uma cavidade em forma de copo (o acetábulo).

Alguns materiais metálicos e cerâmicos têm sido utilizados, com relativo grau de sucesso, na fabricação dos componentes de próteses. As restrições quanto às propriedades dos materiais usados para compor estes elementos são muito rígidas, devido à complexidade química e à mecânica da articulação da bacia. Além de serem biocompatíveis e terem alta resistência à corrosão, os componentes artificiais utilizados como próteses devem suportar forças de natureza complexa. Dessa forma, as características mecânicas, tais como módulo de elasticidade, limite de escoamento, limite de resistência à tração, resiliência e a tenacidade, são importantes na seleção de materiais para compor uma prótese de bacia.

Considerando o texto acima, faça o que pede a seguir.

A) Redija um parágrafo explicando a correlação entre tensão e deformação segundo a lei de Hooke.

(valor: 1,0 ponto)

**RASCUNHO – QUESTÃO 34 – A**

1	
2	
3	

**RASCUNHO – QUESTÃO 34 – B**

B) Desenhe uma curva padrão de tensão-deformação de um ensaio de tração uniaxial, e identifique, nessa curva, com as letras *a*, *b* e *c* os seguintes pontos notáveis:

(valor: 6,0 pontos)

- a) limite de proporcionalidade;
- b) limite de escoamento;
- c) limite de resistência à tração.

C) Defina tenacidade e os módulos de elasticidade e de resiliência, na situação estática, e descreva como essas grandezas podem ser identificadas na curva de tensão-deformação.

(valor: 3,0 pontos)

**RASCUNHO – QUESTÃO 34 – C**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

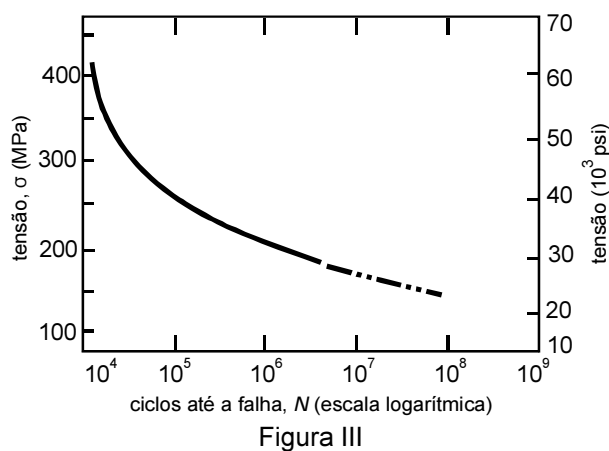
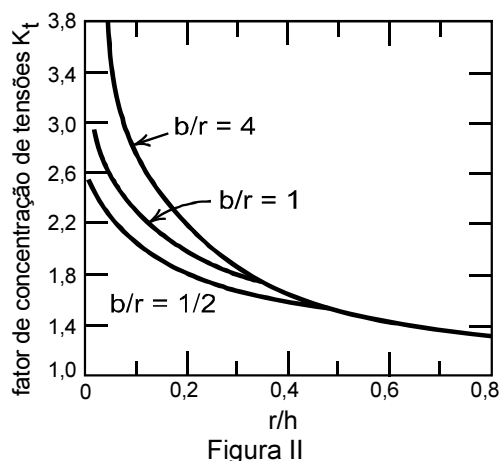
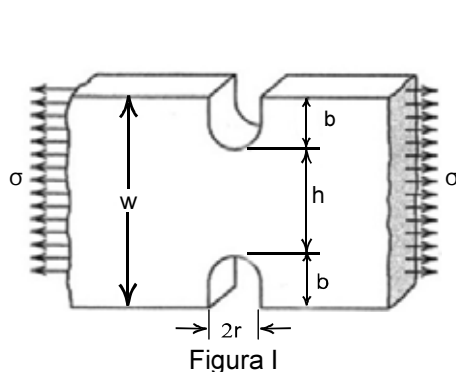
**QUESTÃO 35 – DISCURSIVA**

No projeto de fabricação de uma peça, confeccionada a partir de chapa metálica, foi verificada a necessidade se fazerem dois entalhes, como mostrado na figura I. Esses entalhes permitem a passagem de pinos que atuam como guias de posicionamento e ajuste da peça na sua montagem final. Quando em operação, essa peça será submetida a cargas que resultam em tensões de tração (cíclicas), com a direção indicada esquematicamente na figura I. As análises das tensões na peça, sem os entalhes, indicaram valores de tensão máxima de 114 MPa.

Com a presença dos entalhes ocorre alteração no campo de tensões à frente deles, e o valor da tensão de tração máxima na região adjacente à ponta do entalhe, perpendicular ao plano desse entalhe, pode ser calculado utilizando-se o fator de concentração de tensões ( $K_t$ ), de acordo com as curvas da figura II.

Na figura III é apresentada a curva de resistência à fadiga do material utilizado na confecção da peça, nas mesmas condições ambientais e de temperatura nas quais o material será utilizado. Nessa figura, a tensão de tração (cíclica) que atua na peça é máxima e  $N$  representa o número de ciclos para a fratura associado a essa tensão máxima. O material possui limite de escoamento de 750 MPa e limite de resistência de 850 MPa, e a peça possui dimensões  $h = 80\text{cm}$ ,  $b = 64\text{cm}$ ,  $r = 16\text{cm}$ .

Com base nessas informações e nas figuras apresentadas abaixo, faça o que se pede a seguir.



- A) A partir das informações fornecidas, determine o valor aproximado do fator de concentração de tensões ( $K_t$ ) para a peça e justifique como esse valor foi obtido. (valor: 4,0 pontos)

**RASCUNHO – QUESTÃO 35 – A**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

- B) Considerando as condições de carregamento, e a partir do valor da tensão máxima local originada pela presença dos entalhes, estime a vida em fadiga da peça. Descreva como esse resultado foi alcançado. (valor: 4,0 pontos)

**RASCUNHO – QUESTÃO 35 – B**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

- C) Descreva como estimar graficamente, a partir da figura III, a vida em fadiga da peça sem entalhe e compare as diferenças da vida em fadiga das duas peças (com e sem entalhe). (valor: 2,0 pontos)

**RASCUNHO – QUESTÃO 35 – C**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	





- 1 A seguir serão apresentadas 20 (vinte) questões de Múltipla Escolha relativas ao Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos dos cursos de **Engenharia Grupo V**.
- 2 Deste conjunto, você deverá **ESCOLHER APENAS 5 (cinco) questões para responder**. Você deverá responder às 5 (cinco) questões que desejar, **independentemente de qual seja o seu curso**, deixando as demais sem resposta. Se você responder a mais de 5 (cinco) questões, **SOMENTE SERÃO CORRIGIDAS AS 5 (CINCO) PRIMEIRAS RESPONDIDAS**.
- 3 Observe atentamente os números das questões que você decidir responder para assinalar corretamente no Caderno de Respostas.

**QUESTÃO 36**

A introdução de átomos de soluto em solução sólida no reticulado solvente-átomo invariavelmente produz uma liga com maior dureza que o metal puro. Existem dois tipos de solução sólida. Se os átomos do soluto e do solvente são aproximadamente do mesmo tamanho, os átomos do soluto irão ocupar posições no reticulado cristalino do solvente. É a chamada solução sólida substitucional. Se os átomos do soluto são muito menores que os átomos do solvente, eles ocupam a posição intersticial no reticulado. Os fatores que controlam a tendência à formação de solução sólida substitucional foram estabelecidos pelas regras de Hume-Rothery. Considerando essas regras, assinale a opção correta.

- A Se a diferença entre o tamanho dos átomos do soluto e do solvente for maior que 15%, o fator tamanho favorece a formação da solução sólida.
- B Metais que possuem forte afinidade química entre si tendem a formar solução sólida.
- C Metais muito próximos na série de eletronegatividade formam compostos intermetálicos.
- D Para solubilidade completa em toda a faixa de composições, o soluto e o solvente têm que possuir a mesma estrutura cristalina.
- E A solubilidade de um metal em um solvente com maior valência é maior que em um solvente com menor valência.

**QUESTÃO 37**

A existência de fratura frágil em materiais dúcteis gerou a necessidade de se compreender melhor os mecanismos de fratura. As pesquisas permitiram a quantificação das relações existentes entre as propriedades dos materiais, o nível de tensão, a presença de defeitos geradores de trincas e os mecanismos de sua propagação. Os projetistas podem, dessa forma, antecipar e prevenir falhas estruturais. Tendo por base os princípios da mecânica da fratura, utilizada na análise de falhas de amostras ensaiadas de forma controlada, assinale a opção correta.

- A Denomina-se tenacidade à fratura o valor crítico do fator de intensidade de tensão para o qual ocorre uma extensão da trinca.
- B A condição de deformação plana na análise de mecânica da fratura é encontrada em placas finas, em que a direção de deformação zero é paralela à superfície da placa.
- C Os valores de tenacidade à fratura são maiores nos materiais frágeis que nos materiais dúcteis.
- D O fator de concentração de tensão é a medida da resistência de um material à fratura frágil quando uma trinca está presente, e está relacionado ao comprimento da trinca e à tensão aplicada.
- E A tenacidade à fratura, por ser uma propriedade intrínseca do material, é independente da temperatura, taxa de deformação e microestrutura.

**QUESTÃO 38**

Os tratamentos térmicos apropriados em ligas metálicas possibilitam alterações substanciais nas suas propriedades mecânicas. É de fundamental importância ao engenheiro compreender, nos processamentos térmicos dos metais, os mecanismos presentes e suas correlações com o tempo, a temperatura e suas possíveis consequências nas propriedades previstas em projeto. Considerando os tratamentos térmicos convencionais utilizados na indústria metal-mecânica, assinale a opção correta.

- A O envelhecimento artificial é caracterizado pelo endurecimento por precipitação decorrente de envelhecimento à temperatura ambiente.
- B O recozimento pleno é caracterizado, para ligas ferrosas, pelo aquecimento da amostra até a temperatura de austenitização, seguido de resfriamento rápido.
- C A cementita globulizada, formada por lamelas alternadas de ferrita e cementita, é obtida pelo resfriamento rápido das ligas ferrosas.
- D A fase denominada martensita é formada quando ligas ferrosas austenitizadas são resfriadas lentamente.
- E Denomina-se recristalização a formação de um novo conjunto de grãos, livres de deformação, no interior de um material previamente deformado a frio.

**QUESTÃO 39**

A dureza de um material pode possuir mais de um significado. Em geral, para a maioria dos materiais, significa resistência à deformação e, para metais, essa propriedade é a medida de sua resistência à deformação plástica. Considerando a dureza à penetração como a de maior interesse para metais aplicáveis em engenharia, assinale a opção correta.

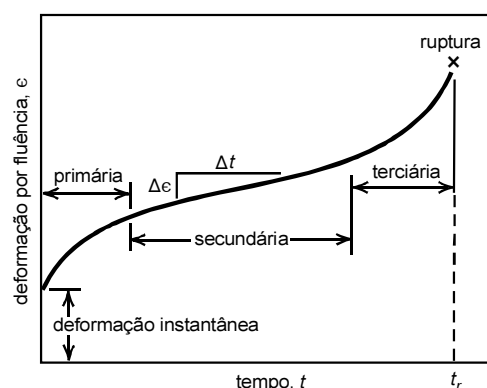
- A Dureza Brinell é a escala mais indicada para materiais de alta dureza.
- B Esferas de aço e carbeto de tungstênio são os penetradores mais indicados para se determinar a dureza Vickers.
- C No ensaio de dureza Rockwell, a profundidade da impressão, que é usada como base de medida, é causada pela pré-carga.
- D Para determinação de microdureza na escala Knoop, utiliza-se um penetrador de diamante de base quadrada.
- E Na escala de dureza Rockwell, podem ser usados como penetradores o cone de diamante de 120° ou esferas de aço, dependendo da faixa de dureza.

**QUESTÃO 40**

A resistência mecânica dos metais pode ser reduzida com o aumento da temperatura de ensaio. Tendo em vista que a mobilidade dos átomos aumenta com a temperatura, pode-se concluir que processos controlados por difusão têm efeito significativo nas propriedades mecânicas a temperaturas elevadas.

Materiais expostos a tensões em altas temperaturas, como, por exemplo, rotores de turbinas de aeronaves, linhas de vapor de alta pressão e paredes de reatores nucleares, sofrem deformações permanentes dependentes do tempo, denominadas fluência. Ensaio de fluência são realizados em altas temperaturas para caracterização mecânica a quente dos materiais.

Considerando a curva típica de fluência apresentada na figura abaixo, assinale a opção correta.



- A A constância da taxa de fluência na fase secundária está relacionada ao equilíbrio entre os processos concorrentes de encruamento e recuperação.
- B Ensaio de fluência por compressão são mais apropriados para materiais dúcteis, pois, nesse caso, existirão amplificações de tensão e propagação de trincas.
- C Os parâmetros mais importantes do ensaio são as inclinações da porção terciária, conhecidas como taxas mínimas de fluência.
- D O parâmetro de Larson-Miller permite a determinação do mecanismo predominante para um material específico.
- E O aumento da temperatura ou do nível de tensão no ensaio de fluência promove a redução da deformação inicial instantânea e o aumento no tempo de vida até a ruptura.

# QUESTÃO 41

Um componente mecânico na forma de uma barra cilíndrica tem as dimensões apresentadas na figura I ao lado. Os requisitos de projeto dessa peça exigem que, após a têmpera, sua superfície tenha dureza maior ou igual a 50 HRC e o centro da barra, na parte de maior diâmetro, apresente dureza entre 50 e 40 HRC. Para se evitarem trincas de tratamento térmico e, portanto, melhorar a produtividade, é recomendado o uso de um meio de têmpera brando. Os critérios de escolha do material devem ser as curvas Jominy dos aços (figura II); as velocidades de resfriamento associadas aos meios de têmpera (figuras IIIa e IIIb); e custos para a obtenção do produto final. O preço por quilo de aços para tratamento térmico é tanto maior quanto maior for sua temperabilidade (endurecibilidade), conferida pela adição de elementos de liga.

Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta o aço mais adequado aos requisitos do projeto.

- A** O aço 4340 atende aos requisitos de projeto (durezas adequadas, mesmo utilizando-se um meio de têmpera brando) com custos de produção mais baixos.
- B** Os aços 4140 e 4340 atendem aos requisitos de projeto (durezas adequadas, utilizando-se um meio de têmpera brando), mas o mais adequado é o aço 4140, por ter menor custo, uma vez que os elementos de liga conferem menor temperabilidade em comparação com o aço 4340.
- C** O aço 5140, a partir do critério de temperabilidade, tem baixo custo e atende plenamente aos requisitos de projeto (dureza adequada, utilizando-se um meio de têmpera brando).
- D** O aço 1040, por apresentar menor custo (não tem elementos de liga), satisfaz os requisitos de projeto (alcança os valores de dureza nos dois tipos de têmpera, brando ou vigoroso).
- E** O aço 8640 pode alcançar os valores de dureza especificados para a superfície e para o centro da peça utilizando o meio de têmpera brando. O requisito de custo, nesse caso, passa a ser irrelevante por não haver outro aço que atenda aos requisitos do projeto.



Figura I – desenho esquemático da barra.

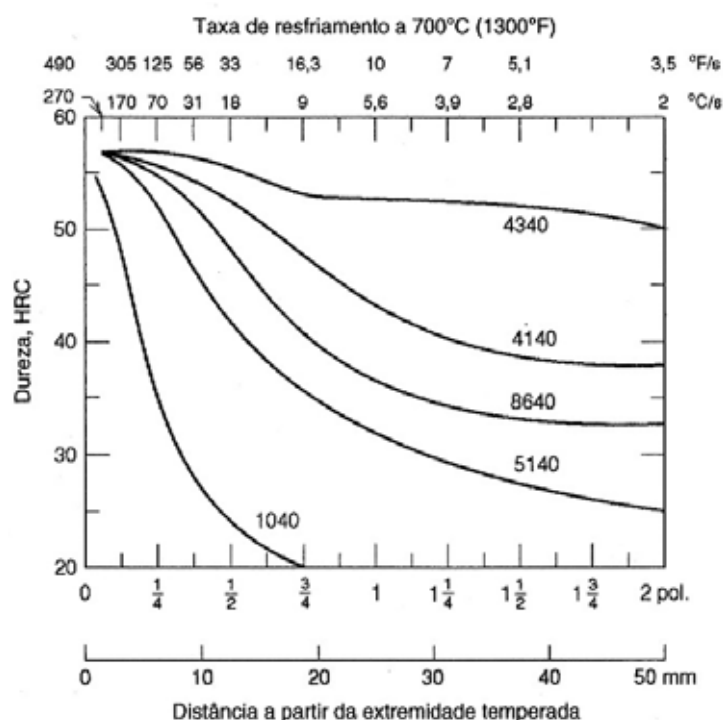


Figura II – curvas Jominy de aços selecionados.

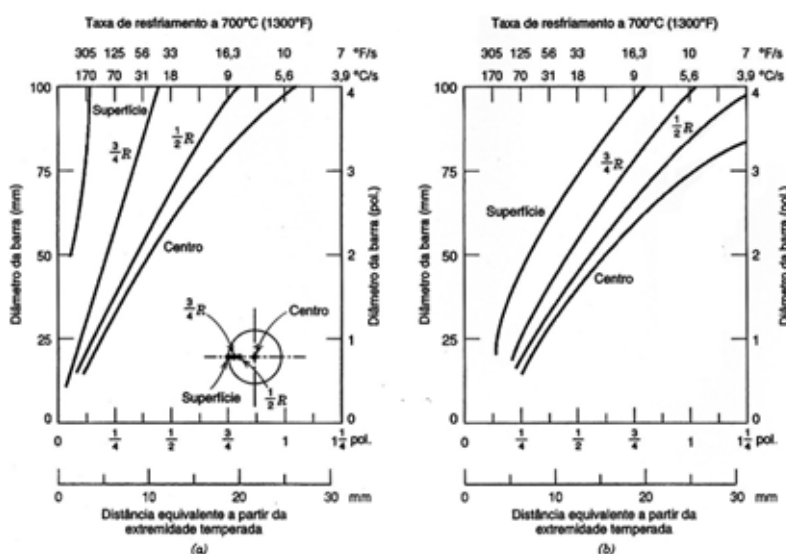
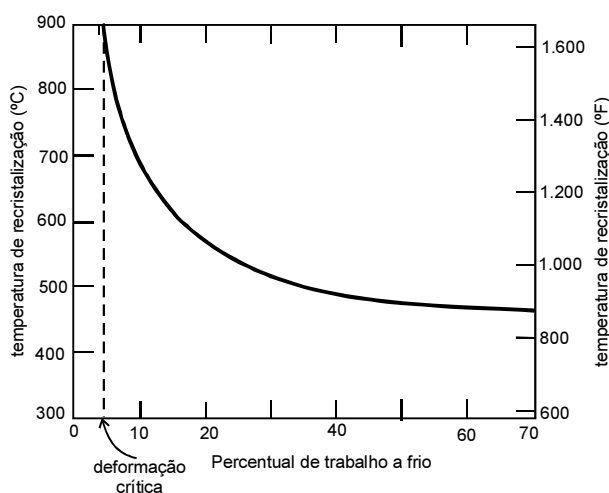


Figura III — curvas de resfriamento para barras de aços de diferentes diâmetros e diferentes meios de têmpera: (a) resfriamento em água e (b) resfriamento em óleo.

**QUESTÃO 42**

Uma peça metálica utilizada como componente na indústria automobilística é fabricada por um processo de conformação mecânica. O material utilizado é uma liga metálica cuja composição química, pelo diagrama de equilíbrio (não apresentado), indica a presença de uma única fase desde a sua solidificação até a temperatura ambiente. Na última etapa desse processo de conformação, a peça apresenta duas regiões distintas quanto à quantidade percentual de deformação a frio: região A = 15% e região B = 6%. A peça é resfriada rapidamente logo após essa última etapa de processamento. A etapa seguinte do processo de fabricação é o reaquecimento da peça em um forno cuja temperatura encontra-se entre 690 °C e 700 °C. Para aumentar a produtividade, o tempo de permanência das peças no forno deve ser muito curto, de modo a garantir que ocorram os processos de recuperação e recristalização, mas procura-se evitar crescimento de grão (se ocorrer, deverá ser insignificante). Após esse reaquecimento a peça é resfriada rapidamente.



Considerando o gráfico acima, da temperatura de recristalização em função da quantidade de deformação acumulada (trabalho a frio), e os fenômenos de recuperação, recristalização e crescimento de grão, assinale a opção que descreve corretamente a microestrutura esperada do material na temperatura ambiente e nas duas regiões A e B após os ciclos de processamento citados no texto.

- ☐ A Nas regiões A e B, as microestruturas apresentarão grãos equiaxiais e o tamanho médio desses grãos será pequeno em relação aos grãos nas demais regiões da peça, pois ocorre recristalização nessas duas regiões.
- ☐ B O tamanho médio de grão na região A será maior que o da região B, pois toda a deformação local é utilizada apenas para o processo de recuperação, e o tamanho de grão é proporcional à quantidade de recuperação da microestrutura.
- ☐ C Ocorre recristalização na região A, mas não na B. Na primeira etapa de processamento, as deformações locais na região B não alcançam valores capazes de promover a recristalização no reaquecimento, mas é possível ocorrer recuperação devido à faixa de temperaturas do processo. Deve haver, portanto, grãos bem menores na região A (grãos recristalizados), em comparação com os da região B (grãos recuperados).
- ☐ D Quando ocorre deformação plástica elevada, há, necessariamente, precipitação induzida por deformação nas ligas policristalinas monofásicas. Essa precipitação resulta em um retardo da recristalização. Assim, nas regiões A e B deve ocorrer apenas recuperação, e os tamanhos de grão serão de valores bem próximos, mudando-se apenas a razão de aspecto dos grãos localizados na região mais deformada.
- ☐ E Na região B, deve haver recuperação induzida pela deformação acumulada, seguida de recristalização. A região A, que apresenta deformação acumulada mais elevada, não precisa passar pela etapa de recuperação e, assim, nessa região, deve haver somente recristalização. Não é possível comparar o tamanho de grão médio das duas regiões sem conhecer, antecipadamente, o tamanho de grão inicial da peça.

**QUESTÃO 43**

O Brasil se destaca como um dos países que detém grandes reservas de minérios, e as empresas que exploram e beneficiam os minérios dessas reservas já são consideradas líderes mundiais em alguns setores. Trata-se, portanto, de uma atividade promissora para engenheiros especializados nesse setor. No texto que se segue, é apresentada uma descrição de uma das etapas do tratamento de minérios.

Em uma planta de tratamento de minérios, o processamento começa por uma etapa de cominuição. O primeiro estágio é constituído de britadores e peneiras que reduzem o tamanho do minério proveniente da mina para 100% abaixo de 1 cm. Após essa etapa, segue-se uma operação de moagem na qual moinhos de bolas operam em circuito fechado com ciclones. O produto deve estar 90% abaixo de 100  $\mu$ m. Nessa última etapa, a carga circulante dos moinhos é de 90%.

A partir dessa descrição do processo, assinale a opção que apresenta o significado correto do termo “carga circulante”, referido no texto.

- Ⓐ Para cada 900 kg de minério que saem dos britadores, há uma tonelada que também chega aos moinhos, pois 100 kg são devolvidos pelos ciclones por estarem acima da especificação, não se contabilizando a massa de água utilizada para a formação da polpa de moagem.
- Ⓑ Para cada tonelada de minério que sai dos moinhos, 900 kg atendem à especificação e seguem para a etapa seguinte de concentração do minério, após a eliminação do excesso de água utilizada na moagem a úmido e os 100 kg restantes retornam aos moinhos.
- Ⓒ Para cada tonelada de minério, 900 kg são ganga e, portanto, têm de ser separados e destinados a um processo de circulação para a pilha de rejeitos, após a eliminação da água utilizada na moagem a úmido.
- Ⓓ Para cada tonelada de minério, proveniente da britagem, que é alimentado no sistema, há 900 kg de minério já moído que, por estarem com tamanho acima da especificação, são separados pelos ciclones e retornam ao moinho.
- Ⓔ Para cada tonelada de minério, há necessidade de se fazer a cominuição de 900 kg para que seja atingido o grau de liberação adequado à etapa posterior do processamento, não se contabilizando a massa de água existente na polpa de moagem.

**QUESTÃO 44**

É sabido que o principal equipamento de uma usina siderúrgica é o alto-forno. Nesse equipamento (um gigantesco reator químico), o minério de ferro, essencialmente constituído de hematita, é alimentado pela parte superior do forno juntamente com carvão coqueificado. Na parte inferior do forno, perto de sua base, é soprado ar quente. O ar reage com o carbono, oxidando-o. O monóxido de carbono produzido reage, então, com o minério de ferro, reduzindo-o. Considerando essa descrição sucinta do funcionamento de um alto-forno, assinale a opção correta.

- Ⓐ O alto-forno produz, além do ferro gusa, retirado pela parte inferior do equipamento, um gás que é uma mistura essencialmente de nitrogênio, proveniente do ar, e dióxido de carbono, proveniente da queima do carvão. Esse gás é descartado após um procedimento de despoeiramento.
- Ⓑ O ferro gusa produzido nada mais é do que uma liga de ferro com carbono, com teor de carbono em torno de 0,76% peso. Esse é o teor da composição eutética no diagrama Fe-C, sendo, portanto, o de menor ponto de fusão.
- Ⓒ O alto-forno é um reator em contra-corrente, pois os gases em ascensão reagem com a carga, de minério e carbono, que desce lentamente à medida em que o carbono é consumido pela reação e o ferro gusa é retirado na parte inferior.
- Ⓓ Como o minério de ferro e o coque são alimentados juntos, pela parte superior, e saem, após as reações, pela parte inferior do forno, na forma de ferro gusa, deduz-se que o alto-forno não é um reator em contra-corrente.
- Ⓔ Para que as reações ocorram e o ferro passe para o estado líquido, o que permite sua saída do forno, é necessário fornecer calor. Isso é feito pela queima de gás natural, carvão mineral ou vegetal, em equipamentos localizados ao lado do alto-forno.



**QUESTÃO 45**

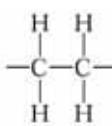
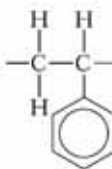
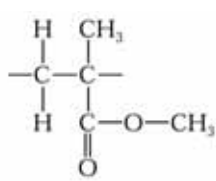
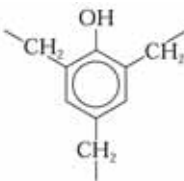
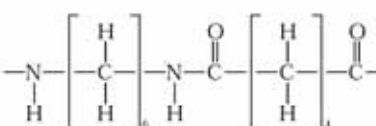
Em um laboratório de processamento termomecânico foram realizadas as seguintes experiências associadas à transformação de aços. Duas amostras de uma mesma chapa de aço (baixo teor de carbono) foram submetidas a um mesmo processo de austenitização (temperatura e tempo iguais de austenitização; mesmo tamanho de grão austenítico) e laminadas sob um mesmo esquema de passes. Essas amostras, no entanto, ao serem retiradas do laminador, foram resfriadas de maneira distintas. Uma delas foi submetida a uma rota de resfriamento lento, resultando numa microestrutura predominantemente ferrítica, e a outra sofreu resfriamento rápido. Neste caso, o que se obteve foi microestrutura martensítica. A identificação das microestruturas foi realizada por microscopia ótica. Ensaio de tração realizados com esses materiais revelaram valores de limite de escoamento muito baixos para o aço ferrítico, em comparação com aço martensítico. Assinale a opção que contém explicações corretas quanto às diferenças do limite de escoamento observadas entre esses aços.

- A A transformação da austenita em martensita envolve deformação plástica, o que corresponde a um encruamento do material. Esse encruamento explica integralmente o aumento da resistência da martensita em relação à ferrita.
- B A transformação de austenita (CFC) para martensita (TCC) ocorre sem difusão de C. A grande quantidade de C em solução sólida (ocupando os interstícios da martensita), juntamente com grande densidade de discordâncias da martensita (formada na transformação CFC → TCC), dificulta a movimentação das discordâncias na martensita, o que explica o aumento do limite de escoamento associado a essa microestrutura.
- C Para formar ferrita, em que a solubilidade máxima de C é da ordem de 0,022% (% peso), é necessário que ocorra a difusão de C para os contornos de grão da ferrita (a difusão ocorre devido à baixa velocidade de resfriamento). Os átomos de carbono segregados nos contornos de grão não contribuem para a resistência mecânica, o que explica o baixo valor do limite de escoamento do aço ferrítico, em comparação com o do aço martensítico.
- D Para ocorrer a transformação martensítica, é necessário haver formação de  $\text{Fe}_3\text{C}$  durante o resfriamento rápido. Essa rede de precipitados finos e dispersos na matriz (precipitação na martensita) impede a movimentação de discordâncias, aumentando o limite de escoamento. Nos aços ferríticos, o C em solução sólida forma carbeto de maior tamanho, que não são eficazes para impedir a movimentação das discordâncias, o que explica a queda no limite de escoamento dos aços ferríticos.
- E Por se tratar de um aço de baixo carbono, uma certa fração de austenita é retida junto com a martensita (a fase austenita não é visível nas análises por microscopia ótica). A austenita apresenta valor de dureza muito elevado, pois essa fase mantém maior quantidade de carbono em solução sólida. Portanto, a amostra resfriada mais rapidamente, devido à presença da austenita retida, apresentará um valor de dureza bem mais elevado que a da amostra resfriada mais

lentamente, cuja estrutura final é ferrítica.

**QUESTÃO 46**

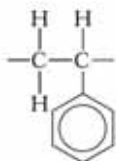
Estruturas cerâmicas de alumina e compostos poliméricos de polimetilmetacrilato (PMMA) são dois novos materiais, recentemente desenvolvidos, para a confecção de ossos artificiais. A novidade é a estrutura superficial porosa e a presença de substâncias que lhes conferem atividade biológica. O que os pesquisadores fizeram foi modificar as propriedades da cerâmica de alumina e do PMMA. Na construção de uma prótese por polimerização de PMMA, ocorre a repetição do mero descrito por

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

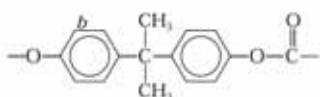
### QUESTÃO 47

Um projeto de desenvolvimento de processos alternativos de reciclagem de embalagens plásticas de poli (tereftalato de etileno), o conhecido PET, revelou três processos de reciclagem promissores. Um deles propõe rota inovadora para a obtenção do ácido tereftálico — um dos reagentes importados utilizados na produção do PET — a partir de garrafas plásticas usadas e descartadas. Dados da Associação Brasileira das Indústrias Químicas mostram que, em 2007, o Brasil importou 347.057 toneladas desse ácido, no valor de US\$ 337,8 milhões. Na reciclagem química, o objetivo é forçar o plástico a ter uma reação contrária à ocorrida na sua formação. Em vez de os derivados de petróleo serem polimerizados para formação do plástico, se utilizam reações de despolimerização para obter os derivados de petróleo como o ácido tereftálico. O PET, cujo processo de despolimerização permite a obtenção do ácido tereftálico, é

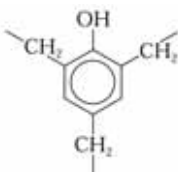
- Ⓐ uma resina, cujo mero é representado por



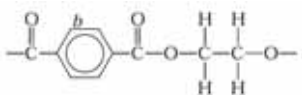
- Ⓑ uma poliamida, cujo mero é representado por



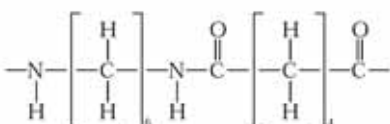
- Ⓒ um poliéster, cujo mero é representado por



- Ⓓ um poliéster, cujo mero é representado por



- Ⓔ uma borracha, cujo mero é representado por



### QUESTÃO 48

A luz, sob determinadas condições, contribui para acelerar processos de estruturação e de degradação de materiais poliméricos, assim como ajuda a avaliar a sua composição. Essa estreita interação, em suas múltiplas facetas, é a base de estudos recentemente desenvolvidos, cujos resultados são interessantes, principalmente, para a área odontológica. No caso dos compósitos de resinas utilizados em tratamentos dentários, uma das pesquisas realizadas teve como foco avaliar, com auxílio da luz ultravioleta (UV), a resposta fluorescente da restauração, ou seja, verificar se ela apresentava o mesmo comportamento de um dente natural, que possui uma fluorescência própria, originada de um peptídeo chamado piridinolina, presente no colágeno da dentina. Dependendo do material utilizado, a restauração aparece na cor preta, enquanto o dente emite uma radiação branco-azulada quando exposto a luz UV. É como se existisse um buraco no lugar da restauração. Isso ocorre porque a composição da resina pode não conter agentes fluorescentes, em geral compostos de terras-raras, que também têm aplicação em tecnologias diversas como lâmpadas fluorescentes, vidros e fibras ópticas. Aplicações como essa estão diretamente associadas às propriedades físico-químicas dos polímeros, principalmente seus comportamentos mecânico e térmico. Em relação a polímeros termofixos ou termoplásticos, assinale a opção correta.

- Ⓐ Em nível molecular, à medida em que a temperatura aumenta as forças de ligação secundárias em materiais termofixos diminuem (pelo aumento do movimento molecular), de maneira tal que o movimento relativo de cadeias vizinhas é facilitado quando uma força é aplicada sobre o material.
- Ⓑ Se um material polimérico termoplástico é fundido e submetido a temperaturas suficientemente altas para promover vibrações moleculares que provoquem a quebra das ligações primárias covalentes, então ele sofrerá um processo de degradação irreversível.
- Ⓒ Durante o tratamento térmico inicial de materiais poliméricos termoplásticos, são formadas ligações covalentes cruzadas entre cadeias moleculares vizinhas. Essas ligações ancoram as cadeias de tal forma que elas aumentam a resistência do material aos movimentos vibracional e rotacional associados ao aumento da temperatura.
- Ⓓ Se um material polimérico termoplástico é fundido e submetido a temperaturas suficientemente altas para promover a quebra das ligações primárias covalentes, então ele sofrerá um processo de degradação reversível.
- Ⓔ Durante o tratamento térmico inicial de materiais poliméricos termoplásticos, são formadas ligações mistas cruzadas iônico-covalentes entre cadeias moleculares vizinhas. Essas ligações cruzadas ancoram as cadeias de tal forma que elas aumentam a resistência do material aos movimentos vibracional e rotacional associados ao aumento da temperatura.

### QUESTÃO 49

*Luma* é o nome de um robô que serve para inspeção de represas e do meio ambiente marinho e foi construído para operar, no máximo, a 50 metros de profundidade. Pesquisadores agora querem adaptá-lo para mergulhar no continente Antártico até a profundidade de 500 metros. Para isso sua estrutura de alumínio foi trocada para poliacetal. O poliacetal é um bom substituto de materiais metálicos, como o alumínio usado no robô, por ser ele

- Ⓐ um polímero termofixo, pesado, com alto coeficiente de atrito, capaz de ser utilizado até temperaturas de trabalho próximas à temperatura ambiente.
- Ⓑ um copolímero, leve, com alta capacidade de absorção de água e com baixa resistência ao impacto.
- Ⓒ um polímero termoplástico, leve, resistente à água e com alta resistência mecânica.
- Ⓓ uma borracha, com alta resistência a ambientes altamente corrosivos, alta capacidade de absorção de água e baixa resistência ao impacto.
- Ⓔ um compósito termofixo, pesado, com alto coeficiente de atrito, capaz de ser utilizado até temperaturas de trabalho próximas à ambiente.

### QUESTÃO 50

#### Por dentro da embalagem

*Empresa desenvolve equipamento de raios X para detectar metais, vidros e pedras em alimentos.*

Provavelmente, a maioria dos consumidores não sabe, mas a trajetória de grande parte dos produtos alimentícios existentes no supermercado passa por uma máquina que detecta metais no local onde são fabricados. Isso acontece com o produto já pronto e embalado, para se verificar se há pequenos pedaços de peças, parafusos ou outros contaminantes metálicos nas matérias-primas. Assim, um pacote de pão de fôrma, de biscoitos, de sopa instantânea, ou ainda uma caixa de sabão em pó, por exemplo, são averiguados quanto à presença de indesejáveis "ingredientes" metálicos. Grande parte dessas máquinas, no Brasil, é fabricada pela mesma empresa que está prestes a lançar um equipamento inovador para esse nicho do mercado industrial brasileiro. Ele utiliza raios X para identificar não apenas metais, mas também pedras, plásticos e vidros, ou tudo o que saia da densidade típica, como a de um pedacinho de osso num hambúrguer. Os materiais inconvenientes do tamanho de até 1 milímetro poderão ser visualizados e o produto retirado de circulação antes de sair da fábrica.

Revista FAPESP (com adaptações)

Certamente, o que a maioria dos produtos alimentícios tem em comum, é a sua embalagem polimérica. Dessa maneira, para otimizar a capacidade de detecção do equipamento de raios X que a empresa desenvolveu,

- Ⓐ A relação massa/volume do material polimérico da embalagem deve ser alta e constante, de maneira a não interferir na detecção dos tipos de materiais espúrios mencionados.
- Ⓑ a relação massa/volume do material polimérico da embalagem deve ser a maior possível, de maneira a não interferir na detecção dos tipos de materiais espúrios mencionados.
- Ⓒ A estrutura atômica do material polimérico da embalagem deve ser a mais densa possível, de tal maneira que os raios X interajam construtivamente com ela, satisfazendo a lei de Bragg.
- Ⓓ a relação massa/volume do material polimérico da embalagem deve ser a menor possível, de maneira a não interferir na detecção dos tipos de materiais espúrios mencionados.
- Ⓔ O material polimérico da embalagem deve ser recristalizado para permitir, pela lei de Bragg, que os raios X interajam destrutivamente com ele e maximizem, portanto, a capacidade de detecção do material espúrio na embalagem.

### QUESTÃO 51

No último mês de setembro foi realizado, em São Paulo – SP, o 3.º Encontro Brasileiro de Técnicos em Próteses Dentárias. Nesse evento, um dos materiais dentários de maior destaque foi a zircônia tetragonal estabilizada com ítria,  $ZrO_2(3\%Y_2O_3)$ , um material cerâmico que possui alta tenacidade à fratura. Segundo os conferencistas, esse material suporta diferentes esforços mastigatórios pela alta resistência à propagação de trincas, resultante do mecanismo de tenacificação por transformação de fase. A figura abaixo representa o crescimento de uma trinca e a transformação de fase que ocorre ao redor dessa trinca, o que causa uma sensível melhoria nas propriedades mecânicas desse material.



Com o auxílio da figura acima, assinale a opção correta.

- Ⓐ A fase tetragonal de  $ZrO_2$ , ao redor da trinca, transforma-se em  $ZrO_2$  monoclinica. Isso gera uma expansão volumétrica que produz tensões contrárias ao sentido de propagação da trinca, dificultando o seu crescimento.
- Ⓑ A fase tetragonal de  $ZrO_2$  sofre retração volumétrica de 3 a 5%, transformando-se em  $ZrO_2$  monoclinica.
- Ⓒ Há sensível diferença de coeficientes de expansão térmica entre os grãos de  $ZrO_2$  tetragonal e os de  $ZrO_2$  monoclinica, gerando campos de tensão que dificultam o crescimento da trinca.
- Ⓓ A transformação de fase promove ramificação progressiva de trincas, reduzindo a energia necessária para a propagação da trinca.
- Ⓔ A transformação de fase promove aquecimento na ponta da trinca. Essa energia térmica liberada é posteriormente convertida em energia de fratura que, somada aos defeitos de empilhamento, dificultam o crescimento da trinca.

**QUESTÃO 52**

Uma das formas mais utilizadas na conformação de um pó cerâmico é a prensagem. Essa técnica pode ser realizada a partir da aplicação de pressões uniaxiais ou isostáticas. Ao desenvolver cerâmicas por compactação, pesquisadores de determinada empresa optaram por submeter amostras ao processo final de prensagem isostática em meio líquido, pois, nesse caso, os compactos a verde apresentariam melhor homogeneidade de densidade na amostra.

Com relação a essa situação, assinale a opção que apresenta a justificativa correta para a escolha dos pesquisadores.

- Ⓐ Há um aumento homogêneo do atrito entre o fluido e as paredes da peça cerâmica, fazendo com que o material sofra compactação homogênea.
- Ⓑ A tensão de compactação na prensagem isostática apresenta dependência com a relação altura/diâmetro e com o coeficiente de atrito entre as paredes.
- Ⓒ Existe uma compensação de pressão referente ao material que apresenta distribuição monomodal de tamanho de partículas, o que não acontece em materiais submetidos apenas a prensagem uniaxial.
- Ⓓ As nanopartículas presentes no núcleo do compacto serão transportadas para a sua superfície, garantindo a homogeneidade do material cerâmico prensado.
- Ⓔ Não há atrito entre as paredes da matriz de compactação e o material, e a pressão de compactação é uniforme em toda amostra devido à aplicação de pressão isostática.

**QUESTÃO 53**

Nos últimos anos foram obtidos avanços expressivos no desenvolvimento de processos de sinterização, em especial quanto à redução de consumo de energia no processo. Tal redução de energia pode ser conseguida, por exemplo, reduzindo-se as temperaturas finais de sinterização pelo uso de materiais densos desenvolvidos a partir de pós cerâmicos nanoparticulados. Com base em conceitos de sinterização por fase sólida, assinale a opção que apresenta a justificativa correta para essa redução na temperatura final de sinterização.

- Ⓐ Como a força motriz para o processo de sinterização é a eliminação de poros, pós mais finos, quando compactados, apresentam menor porosidade e, assim, menos tempo é necessário para a completa densificação desses materiais
- Ⓑ A sinterização em materiais nanométricos ocorre mais facilmente devido à menor área superficial específica que partículas dessa ordem de tamanho possuem. Assim, há maior possibilidade de que os mecanismos de sinterização sejam ativados, reduzindo-se as temperaturas necessárias para total densificação.
- Ⓒ O maior grau de compatibilidade reduz a necessidade de maior taxa de difusão pelo volume entre as partículas, as quais estão, necessariamente, relacionadas ao aumento da temperatura.
- Ⓓ A redução da energia livre superficial total de um sistema de partículas é considerada a força motriz do processo de sinterização. Com a maior área superficial presente nos pós nanoparticulados, há maior facilidade para que aconteçam os fenômenos difusionais e de evaporação-condensação. Assim, temperaturas menores são requeridas.
- Ⓔ Partículas nanométricas sofrem mais facilmente o processo de agitação térmica do que partículas micrométricas. Portanto, essas nanopartículas podem ser sinterizadas a temperaturas mais baixas.

### QUESTÃO 54

Ao adicionar dispersantes em uma suspensão cerâmica de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , pesquisadores concluíram que concentrações consideráveis de sólidos poderiam ser adicionadas ao líquido sem que ocorresse a formação de aglomerados. Os dispersantes usados possuíam mecanismo de estabilização estérico. Nesse mecanismo a estabilização se dá pela adsorção à superfície da partícula de um polímero neutro, com cadeia molecular suficientemente longa.

Assinale a opção correta acerca do método de estabilização utilizado pelos pesquisadores.

- Ⓐ O pH do meio líquido deve ser monitorado constantemente, visando à alteração transitória das cargas superficiais e permitindo, assim, a eficiente polimerização do material.
- Ⓑ A polimerização parcial já é suficiente para a completa individualização das partículas, pois há uma redução considerável na energia superficial específica das partículas do sistema.
- Ⓒ Para uma estabilização eficiente, é necessário que o polímero recubra totalmente a superfície da partícula e que a camada adsorvida possua uma espessura maior que a distância mínima na qual as forças atrativas de van der Waals sejam significativas.
- Ⓓ Uma eficiente esterilidade das partículas se dá pela formação de espessuras poliméricas menores que a espessura de estabilidade das forças atrativas de van der Waals, obtida com a compensação iônica das cargas superficiais.
- Ⓔ Como o processo de polimerização superficial das partículas não afeta as forças de ligação, devido à neutralidade eletrônica, é necessário que algumas regiões da superfície das partículas estejam isentas dessa camada polimérica, visando o ajuste de cargas superficiais.

### QUESTÃO 55

A técnica de caracterização cerâmica por dilatometria permite, entre outras coisas, avaliar a retração de compactos cerâmicos em função da temperatura atingida. A figura I a seguir apresenta as curvas de retração de três amostras de um mesmo tipo de material prensadas em diferentes pressões de compactação.

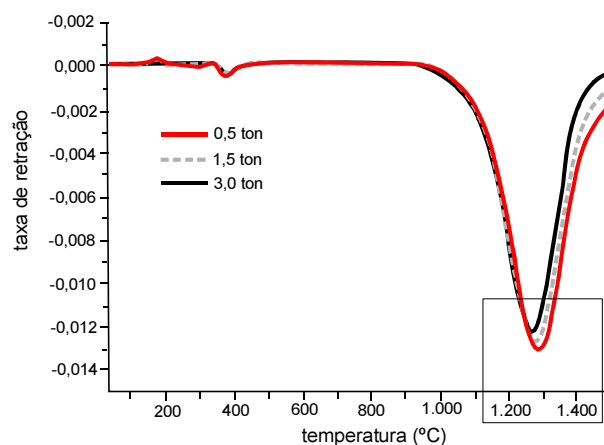


Figura I

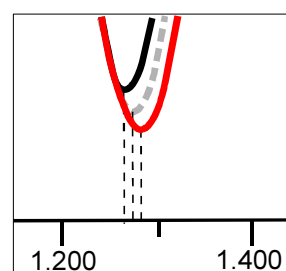


Figura II

Em relação aos gráficos acima, em que a figura II é a ampliação de parte da figura I, é correto afirmar que

- Ⓐ as amostras não atingem densificação completa em menores pressões de compactação.
- Ⓑ maiores pressões de compactação deslocam a temperatura de sinterização para cima, pois é necessário o aumento de temperatura para que os mecanismos de sinterização atuem.
- Ⓒ o material atinge retração máxima em temperaturas entre 1.000 °C e 1.200 °C, independentemente da pressão com a qual foi compactado.
- Ⓓ a densificação dos compactos não sofre interferência da pressão de compactação, pois, em temperaturas da ordem de 1.000 °C, há acomodação total das partículas.
- Ⓔ a agregação das partículas cresce com o aumento da pressão de compactação, o que facilita a ativação dos mecanismos de sinterização e reduz a temperatura máxima de retração.



**QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO SOBRE A PROVA**

As questões abaixo visam levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião, nos espaços próprios do Caderno de Respostas.

Agradecemos sua colaboração.

**QUESTÃO 1**

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Formação

Geral?

- A Muito fácil.
- B Fácil.
- C Médio.
- D Difícil.
- E Muito difícil.

**QUESTÃO 2**

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Componente Específico?

- A Muito fácil.
- B Fácil.
- C Médio.
- D Difícil.
- E Muito difícil.

**QUESTÃO 3**

Considerando a extensão da prova, em relação ao tempo total, você considera que a prova foi

- A muito longa.
- B longa.
- C adequada.
- D curta.
- E muito curta.

**QUESTÃO 4**

Os enunciados das questões da prova na parte de Formação Geral estavam claros e objetivos?

- A Sim, todos.
- B Sim, a maioria.
- C Apenas cerca da metade.
- D Poucos.
- E Não, nenhum.

**QUESTÃO 5**

Os enunciados das questões da prova na parte de Componente Específico estavam claros e objetivos?

- A Sim, todos.
- B Sim, a maioria.
- C Apenas cerca de metade.
- D Poucos.
- E Não, nenhum.

**QUESTÃO 6**

As informações/instruções fornecidas para a resolução das questões foram suficientes para resolvê-las?

- A Sim, até excessivas.
- B Sim, em todas elas.
- C Sim, na maioria delas.
- D Sim, somente em algumas.
- E Não, em nenhuma delas.

**QUESTÃO 7**

Você se deparou com alguma dificuldade ao responder à prova. Qual?

- A Desconhecimento do conteúdo.
- B Forma diferente de abordagem do conteúdo.
- C Espaço insuficiente para responder às questões.
- D Falta de motivação para fazer a prova.
- E Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

**QUESTÃO 8**

Considerando apenas as questões objetivas da prova, você percebeu que

- A não estudou ainda a maioria desses conteúdos.
- B estudou alguns desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- C estudou a maioria desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- D estudou e aprendeu muitos desses conteúdos.
- E estudou e aprendeu todos esses conteúdos.

**QUESTÃO 9**

Qual foi o tempo gasto por você para concluir a prova?

- A Menos de uma hora.
- B Entre uma e duas horas.
- C Entre duas e três horas.
- D Entre três e quatro horas.
- E Quatro horas e não consegui terminar.

