

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Com relação aos combustíveis metalúrgicos, julgue os itens que se seguem.

- 51 O carvão é um combustível metalúrgico típico, pois, além de produzir calor, é fonte de carbono.
- 52 A adição de comburente ao combustível origina a reação de combustão, fazendo que o combustível sofra redução.
- 53 A qualidade do combustível está vinculada ao seu teor de C, H e S.

Com relação ao processo siderúrgico, cujas fases de produção consistem, basicamente, em redução, refino e transformação, julgue os itens a seguir.

- 54 O manganês é utilizado na siderurgia na forma de ligas (Spiegel; ferro-manganês; ferro-manganês-silício) e por adição direta sob a forma de minério, sendo este último utilizado como dessulfurante, desoxidante e como elemento de liga.
- 55 O ferro é encontrado na natureza sob a forma de vários compostos, como hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), limonita ($\text{FeO}[\text{OH}]$), siderita (FeCO_3), pirita (FeS_2) e ilmenita (FeTiO_3), sendo a magnetita o tipo mais utilizado na siderurgia brasileira.
- 56 Ferro-gusa é o produto obtido em altos-fornos, resultante da redução do minério de ferro pelo coque e pelo calcário.

No que diz respeito à metalurgia dos metais não ferrosos, julgue os itens subsequentes.

- 57 Chumbo, molibdênio, cobre, estanho e manganês são metais pesados.
- 58 O processo de produção do alumínio primário engloba as atividades de mineração da bauxita, a produção intermediária de alumina e sua redução eletrolítica.

Tendo em vista que, para se evitar que o calor do interior do forno se perca para o meio externo — de modo a manter a temperatura interna estabelecida e economizar combustível —, o forno deve ser revestido internamente com material refratário, julgue os seguintes itens, relativos a materiais refratários.

- 59 Os materiais refratários mais usados em metalurgia são produzidos a partir da argila refratária, constituída essencialmente por uma mistura de hidrossilicatos, quartzo, feldspato e mica.
- 60 Tijolos aluminosos apresentam de 50% a 90% de alumina, sendo menos refratários que os de argila, razão por que aqueles são usados em condições mais brandas de temperatura que estes.

A metalurgia do ferro consiste na redução dos seus óxidos por meio de um redutor, em geral um combustível carbonoso. Os materiais carregados no alto-forno (minério, combustíveis e adições), durante o processo de redução, se transformam nos seguintes produtos: ferro gusa, escória, gás de alto forno e poeira. Com relação a esse assunto, julgue os próximos itens.

- 61 Para possibilitar a formação de escória entre as fases metálicas e não metálicas dos processos de redução dos materiais carregados, a escória deve possuir uma alta temperatura de formação e uma baixa densidade.
- 62 O alto-forno opera de forma ideal quando as trocas térmicas sólido-gás estão perfeitas; quando toda hematita é reduzida para wustita na zona granular e quando os gases da zona de fusão e amolecimento entram na zona de reserva térmica em equilíbrio termodinâmico com o Fe/FeO.
- 63 Fundentes são substâncias que reagem com a ganga e formam compostos de ponto de fusão inferior ao dos reagentes que lhes deram origem, tornando a ganga do minério mais fusível em temperatura mais conveniente para a separação do metal.
- 64 A operação de redução do minério de ferro, realizada em alto-forno, produz um gás composto principalmente de N_2 , CO_2 e CO. Este último resulta da reação inicial do coque com o ar soprado e, ao atravessar a carga, promove a redução do óxido de ferro.
- 65 Nos processos de redução, a redução do minério de ferro a ferro metálico é efetuada mediante a fusão da carga no reator.

O minério de ferro é normalmente utilizado sob uma de duas formas: minério granulado e minério aglomerado. Os granulados (entre 25 mm e 6 mm) são adicionados diretamente nos fornos de redução (altos-fornos, fornos de redução direta ou fornos de fusão redutora), enquanto os aglomerados são os minérios finos que, devido à sua granulometria, necessitam de uniformização. Os principais processos de aglomeração são a sinterização e a pelletização. Com referência a esse assunto, julgue os itens subsequentes.

- 66 O sinter, material obtido pelo processo de sinterização, apresenta as seguintes características: composição química estável; elevada concentração de ferro; elevada resistência mecânica; baixa degradação sob redução e alta redutibilidade.
- 67 O processo de sinterização requer que o minério de ferro seja homogeneizado antes do seu carregamento nas máquinas de sinterização.
- 68 A sinterização é o processo de aglomeração de partículas ultrafinas de minério de ferro, por meio de um tratamento térmico. Essa fração ultrafina pode ser encontrada na natureza ou gerada no beneficiamento.

Julgue os itens a seguir, referentes a processos, etapas e características do beneficiamento de minério de ferro.

- 69 A diminuição, uma das etapas do processo de beneficiamento de minério, requer alto consumo energético, o que eleva o custo do processamento mineral.
- 70 Os processos de sinterização, pelletização, nodulização e briquetagem, importantes para a produção de alumínio e de suas ligas, são empregados para o aproveitamento de finos de minérios de ferro.
- 71 Pirita, siderita, limonita, magnetita, cassiterita e hematita classificam-se como minérios de ferro.
- 72 A etapa de lavra, realizada com auxílio de explosivos, é o primeiro estágio do processo de fragmentação de minério, devendo, após esse estágio, o mineral fragmentado ser alimentado no equipamento de moagem.

No que se refere ao processo de separação de minérios por tamanho — peneiramento e classificação —, flotação e concentração por meio de métodos físicos, julgue os itens que se seguem.

- 73 A propriedade determinante da operação de separação magnética é a suscetibilidade magnética, processo que pode ser desenvolvido em via úmida ou em via seca. Os minerais podem ser classificados em três grupos conforme o comportamento assumido quando submetidos a um campo magnético — natural ou induzido —, em ferromagnético, paramagnético e diamagnético.
- 74 O método de concentração em meio denso consiste na separação de sólidos conforme sua densidade, com a utilização, como meio separador, de um fluido de densidade intermediária. Nesse processo, as partículas de densidade inferior à densidade do fluido flutuarão; as de densidade superior afundarão; e as de densidade igual à do fluido permanecerão em suspensão.
- 75 A flotação, processo fundamentado no comportamento físico-químico das superfícies das partículas minerais presentes em uma suspensão aquosa, consiste em técnica empregada no beneficiamento de minérios de alto teor e granulometria grossa.
- 76 No processo de flotação, utilizado para a produção de areias quartzosas de elevada pureza, de fluorita, de magnesita, de cloretos, adotam-se tradicionalmente convertidores e altos fornos.
- 77 Para uma classificação mais fina do minério, é necessário que a velocidade de arraste seja pequena, e a inclinação da calha, a menor possível. Esse processo gera um tanque de sedimentação com maior volume, o que permite maior tempo de sedimentação do mineral.
- 78 A facilidade de construção e de operação, a elevada durabilidade e o baixo custo de aquisição estão entre as vantagens das peneiras Trommels, cuja superfície de peneiramento é cilíndrica ou ligeiramente cônica e gira em torno do eixo longitudinal, que apresenta inclinação variável entre 4 e 10 graus, conforme sua aplicação e o material nele utilizado.

A dissolução de partículas sólidas via reações sólido-líquido pode ser representada pela seguinte equação:

$$(-r_A) = \frac{k_r C_A}{1 + D_p / \psi}$$

Nessa equação, $(-r_A)$ corresponde à taxa de reação, k_r é a constante cinética de reação na superfície do sólido, D_p é o diâmetro da partícula submetida ao processo de dissolução e ψ é o diâmetro no qual as resistências devidas à transferência de massa e à taxa de reação são equivalentes ($\psi = \frac{2D_e}{k_r}$, em que D_e equivale ao coeficiente de difusão efetivo). A partir dessas informações, julgue os próximos itens, relativos à cinética da reação.

- 79 Considerando que 1 mol de um fluido seja suficiente para dissolver 1 mol de um sólido, o perfil de dissolução, ao longo do tempo, de uma partícula sólida com geometria esférica, é dado por $\frac{dD_p}{dt} = -\frac{6k_r C_A}{\rho(1 + D_p / \psi)}$, em que ρ é a densidade do sólido.
- 80 Nas situações em que D_p é maior que ψ , a reação química é controlada pela transferência de massa.

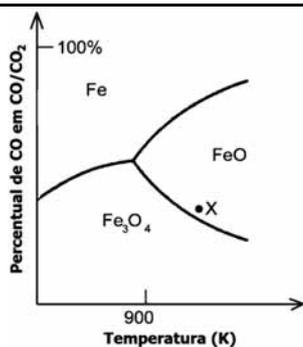
RASCUNHO

O processo de lixiviação consiste na dissolução de minérios na presença de soluções aquosas para a separação de metais de interesse. Acerca do princípio da lixiviação utilizado para a recuperação extrativa de metais, julgue os itens que se seguem.

- 81 A lixiviação alcalina de um óxido metálico apresenta a seguinte reação estequiométrica: $\text{MeO}_{(s)} + 2\text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Me}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$.
- 82 O processo de lixiviação é o mais empregado na extração de metais que se encontram em baixas concentrações no mineral. Esse processo, desde o princípio, apresenta viabilidade econômica, seletividade ao metal de interesse e reciclo do agente lixivante.

Lixívias que têm em sua composição percentual satisfatório do metal a ser recuperado normalmente apresentam concentrações elevadas de impurezas, o que faz com que as lixívias necessitem de processos de purificação. Julgue os itens seguintes, com relação à purificação da lixívia.

- 83 O carvão ativado é bastante utilizado em processo de adsorção para a recuperação de metais após a lixiviação, sendo considerado um processo de recuperação secundário.
- 84 A recuperação de ouro é um exemplo do uso de carvão ativado após a cianetação da lixívia, com baixa seletividade em relação a outros metais, como o ferro, o cobre e o zinco complexado ao cianeto.
- 85 A extração por solvente é empregada como método de separação de metais da lixívia quando esta apresenta baixas concentrações do metal de interesse. Esse método de separação pertence à classe de separação líquido-líquido.
- 86 A separação que utiliza resinas de troca iônica é um processo de alta eficiência, sendo amplamente empregada na recuperação de metais da lixívia, embora apresente como principal desvantagem a ligação permanente do metal à resina.



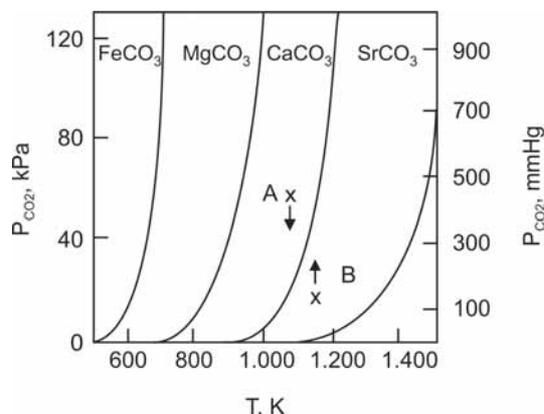
C. K. Gupta, *Chemical metallurgy: principles and practice*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.

A figura acima representa um esquema de predominância de ferro e de seus óxidos na presença de monóxido de carbono na mistura binária monóxido de carbono/dióxido de carbono em função da temperatura, sob pressão de 1 atm. A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.

- 87 Há predominância de óxido ferroso quando há baixas temperaturas na presença de altas concentrações de dióxido de carbono.
- 88 O ferro metálico é a forma predominante em altas temperaturas na presença majoritária de dióxido de carbono.

Julgue os seguintes itens, acerca dos processos de calcinação, ustulação e produção de metais voláteis.

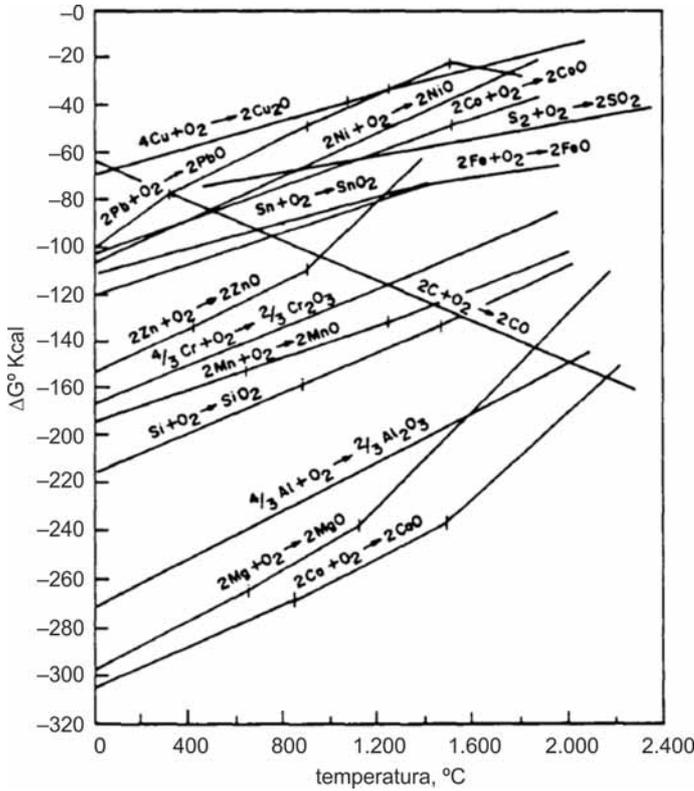
- 89 A calcinação é o processo de decomposição térmica dos sólidos na indústria de minérios. De acordo com a figura abaixo, que mostra a dissociação de alguns carbonatos em função da temperatura e pressão, é correto dizer que, para uma mesma pressão de CO₂, a calcinação do carbonato de magnésio ocorre em temperaturas mais elevadas que a calcinação do carbonato de ferro.



C. K. Gupta, *Chemical metallurgy: principles and practice*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.

- 90 A reação-base para a produção do mercúrio com utilização do cinábrio como matéria-prima é representada por $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$.
- 91 A ustulação do sulfeto de zinco a óxido de zinco é representada pela seguinte reação: $\text{ZnS}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{ZnO}_{(s)} + \text{SO}_{2(g)}$.

RASCUNHO

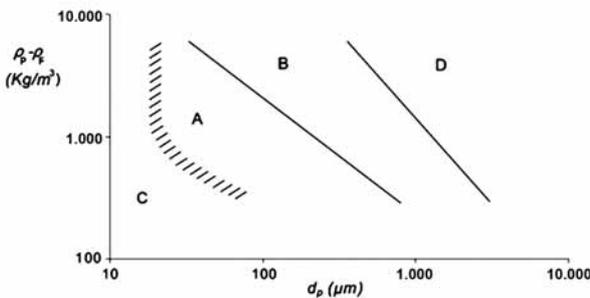


O diagrama de Ellingham, mostrado na figura acima, é utilizado como referência para a obtenção de metais por oxidação. Considerando a figura e a redução de óxidos metálicos, julgue os itens a seguir.

- 92 O carbono é considerado um bom agente redutor devido à forma bastante estável de seus óxidos gasosos (CO e CO₂).
- 93 O óxido de chumbo é mais estável que o óxido de magnésio.
- 94 O óxido de platina pode ser convertido, sem adição de um agente redutor, em metal.

No que diz respeito ao processo de cloração, julgue os seguintes itens.

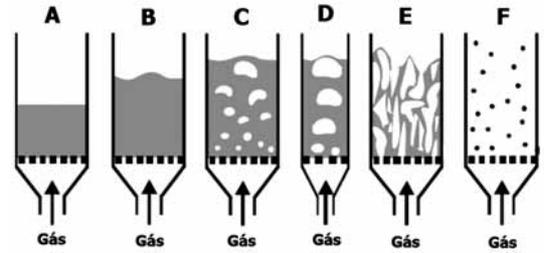
- 95 A cloração de óxidos metálicos na presença de carbono é conhecida como carbocloração.
- 96 Para a obtenção da platina, pode-se utilizar o ácido clorídrico como agente de cloração.



A figura acima mostra o diagrama de Geldart para partículas em 4 grupos, A, B, C e D. Esse diagrama é utilizado para classificar partículas de acordo com seu comportamento de fluidização. Considerando essas informações e o diagrama acima, julgue os itens de 97 a 99.

- 97 As partículas no grupo B exibem comportamento borbulhante, que ocorre quando partículas com densidade entre 1,4 g/cm³ e 4,0 g/cm³ são fluidizadas. Nesse caso, também aparecem bolhas de gás com velocidade mínima de fluidização.

- 98 O grupo C é caracterizado por apresentar material particulado finamente dividido. As partículas são bastante coesivas, sendo suas forças interpartículas responsáveis por sérias limitações de fluidização.
- 99 As partículas do grupo D conduzem a um comportamento típico de leito de jorro, em que a fluidização dessas partículas requer uma quantidade mínima de energia.



A figura acima ilustra os regimes de fluidização A, B, C, D, E e F observados nos sistemas de reação sólido-gás. A partir dessas informações, julgue os próximos itens.

- 100 Os comportamentos característicos representados pelos regimes A e F são definidos pela velocidade do gás no equipamento. Dessa forma, a velocidade do gás na figura representada pelo regime F é superior à requerida para promover a fluidização representada pelo regime B.
- 101 O regime C corresponde ao escoamento, que caracteriza o transporte pneumático.
- 102 O regime D ilustra o comportamento de fluidização do tipo slug, caracterizado pelo aparecimento de grandes bolhas de ar de elevado diâmetro, decorrentes da coalescência de bolhas de ar menores.

RASCUNHO

As usinas siderúrgicas podem ser integradas, semi-integradas e não integradas. Nas usinas integradas a coque, as áreas de transformações do minério de ferro e do aço encontram-se presentes em uma única unidade industrial. Partindo-se do minério de ferro (ou de seus produtos, sinter e pelota), coque e fundentes, chega-se ao ferro-gusa, que, posteriormente, é convertido em aço. Após transformação mecânica (laminação), o aço é comercializado no mercado sob a forma de produtos planos (chapas e bobinas) e longos (vergalhões, barras e perfis). Assim, uma usina integrada a coque é tipicamente composta de três etapas: redução (cujo objetivo é a fabricação do ferro-gusa), refino (produção e resfriamento do aço) e transformação mecânica (produtos siderúrgicos destinados à comercialização). A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.

- 103** A desoxidação do aço, o ajuste de temperatura e da composição química, a adição de elementos especiais, a dessulfuração para teores abaixo de 0,005%, a desfosforação e a descarburização para teores abaixo de 0,002% ocorrem na fase do refino primário.
- 104** O material redutor mais utilizado como matéria-prima na obtenção do ferro-gusa é o coque metalúrgico, produto obtido pela destilação do carvão metalúrgico.
- 105** Impurezas presentes nas matérias-primas são consideradas muito ou pouco nocivas, conforme as dificuldades técnicas para sua eliminação e efeitos no produto final. Entre essas impurezas, o enxofre (S) e o fósforo (P) são classificados como pouco nocivos.
- 106** O ferro-esponja, produto metálico obtido por meio do processo de redução direta, pode posteriormente ser fundido em fornos elétricos para a obtenção do aço.
- 107** Quando o aço é produzido no forno elétrico a arco, a emissão de CO₂ é quatro vezes menor que a verificada em outros processos de fabricação, mesmo quando se carregam 30% do metal quente.

O lingotamento contínuo do aço, processo responsável pela produção de placa de aço diretamente do aço líquido em um único equipamento, representa o mais importante avanço tecnológico nos processos metalúrgicos desde os anos sessenta do século passado, pois, além de contribuir para a eliminação dos gastos com equipamentos, reduzindo tempo e custo de produção, melhora a qualidade do aço. Acerca desse processo e de aspectos a ele relacionados, julgue os itens de **108** a **112**.

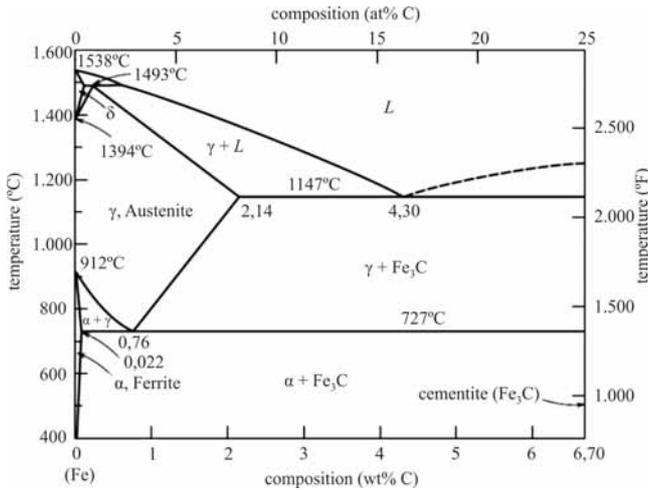
- 108** A presença de óleo de beterraba como lubrificante provoca a emissão de gases, que se localizam entre a escória e o metal do molde, reduzindo a velocidade de solidificação e proporcionando bom aspecto superficial ao lingote solidificado.

- 109** A temperatura, as tensões térmicas atuantes e a velocidade de vazamento são variáveis que, se não forem controladas de forma adequada, podem provocar o surgimento de trincas no aço em solidificação.
- 110** Pode-se dividir a estrutura do lingote em três zonas — equiaxial fina de superfície, colunar e equiaxial central —, cujo tamanho varia de acordo com as condições de solidificação, a direção de extração de calor e o superaquecimento, além da composição do aço.
- 111** No processo de lingotamento contínuo, grande parte dos defeitos ocorre no molde, durante a primeira etapa de solidificação. Entre os defeitos superficiais que podem surgir durante o processo incluem-se as trincas longitudinais, que se formam dentro do molde a partir de nódulos ou camadas de cobre fundido, que, penetrando entre os grãos, provoca a fragilização do material.
- 112** A diminuição da temperatura e da velocidade de vazamento contribui para a diminuição da espessura da camada de aço solidificada, visto que impede a ocorrência de fratura e oxidação dessa camada.

RASCUNHO

Com relação a transformações de fase, tratamentos térmicos e diagramas de equilíbrio, julgue os itens a seguir.

- 113 Grande parte das transformações de fase que ocorrem em metais acontece por nucleação e crescimento. Nesse contexto, na prática, é mais fácil ocorrer a nucleação heterogênea do que a nucleação homogênea.
- 114 A partir do diagrama de fase Fe-C mostrado na figura abaixo, é correto afirmar que 1 kg de um aço de composição eutetoide possui, em temperatura ambiente, cerca de 886 g de ferrita e 114 g de cementita.



- 115 Do ponto de vista mecânico, a martensita nos aços é extremamente dura, entretanto a sua aplicação está limitada por sua fragilidade. Por isso, um tratamento térmico de têmpera aplicado ao aço aumenta a ductilidade dessa liga sem que haja perda da sua resistência e da sua dureza.

Julgue os itens de 116 a 119, relativos ao comportamento mecânico e ao processamento de materiais.

- 116 Entre os processos de soldagem, a soldagem a arco é o mais usado; nesse processo, a estabilidade do arco é fundamental para a qualidade do cordão de solda. Por isso, normalmente, é utilizada corrente alternada, pois, com ela, para se formar o arco, basta uma pequena diferença de potencial entre os eletrodos, ao passo que, com a corrente contínua, a diferença de potencial demandada para a formação do arco é maior.
- 117 Os processos de deformação podem ser divididos em trabalho a quente e trabalho a frio. As vantagens do trabalho a frio incluem a melhora da tenacidade do material mediante o refino de grão e a produção de uma maior deformação que o trabalho a quente, o que contribui para a redução da porosidade do material.

- 118 De acordo com os dados da tabela abaixo, em que E = módulo de elasticidade, LE = limite de escoamento, LRT = limite de resistência a tração, A_T = alongamento total, LF = limite de resistência à fratura e e_u = deformação no LRT, o material mais adequado para a fabricação de molas é a liga A, pois é a que apresenta tensão de escoamento e módulo de elasticidade maiores.

liga	E [GPa]	LE [MPa]	LRT [MPa]	A _T ^{50 mm}	LF [MPa]	e _u [%]
A	210	800	1.000	25	600	15
B	70	600	800	35	400	22

- 119 Em material monocristalino, o módulo de elasticidade depende da direção de aplicação da tensão nos eixos cristalográficos, pois a interação atômica varia com a direção.

Com relação à estrutura dos metais e tendo em vista que a seleção de materiais deve ser realizada seguindo-se algumas considerações de projeto, vinculando suas propriedades e requisitos às aplicações e processos, julgue o próximo item.

- 120 A seleção dos materiais empregados em ferramentas e matrizes deve obedecer a uma série de requisitos, tais como ductilidade, resiliência, resistência mecânica, usinabilidade e tenacidade.

RASCUNHO

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não será avaliado fragmento de texto escrito em local indevido**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de linhas disponibilizadas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.
- Nesta prova, ao domínio do conteúdo serão atribuídos até **40,00 pontos**, dos quais até **2,00 pontos** serão atribuídos ao quesito apresentação (legibilidade, respeito às margens e indicação de parágrafos) e estrutura textual (organização das ideias em texto estruturado).

O ano de 2014 pode ser o mais quente desde o início dos registros de temperatura no mundo, em 1880. O alerta veio da Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera dos Estados Unidos da América, após a divulgação de que os meses de maio, junho, agosto e setembro bateram recordes de calor. Desde o início das medições, 2005 e 2010 foram os anos mais quentes da história. O pequeno intervalo entre os anos é um exemplo do efeito crescente das mudanças climáticas. Os dez anos mais quentes já registrados ocorreram nos últimos quinze anos e esta é a primeira vez em que o mês de setembro apresenta temperaturas tão altas sem a forte presença do fenômeno El Niño, que, no entanto, ainda pode manifestar-se este ano.

O Globo, 22/10/2014, p. 30 (com adaptações).

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter meramente motivador, redija um texto dissertativo acerca do seguinte tema.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O DESAFIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ fatores determinantes para a elevação da temperatura; [valor: 12,50 pontos]
- ▶ impacto das alterações do clima na vida das sociedades; [valor: 12,50 pontos]
- ▶ sustentabilidade como pressuposto para o desenvolvimento. [valor: 13,00 pontos]

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	