



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO

CONCURSO PÚBLICO

CARGO

11

PESQUISADOR-TECNOLOGISTA EM  
METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA:

METROLOGIA APLICADA À TRIBOLOGIA E BIOMATERIAIS  
PARA IMPLANTES ORTOPÉDICOS E ODONTOLÓGICOS

CADERNO DE PROVAS - PARTE II  
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E DISCURSIVA

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo/área transcritos acima com o que está registrado em sua **folha de respostas** e em seu **caderno de textos definitivos da prova discursiva**. Confira também o seu nome, o nome e número de seu cargo/área no rodapé de cada página numerada desta parte II de seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo/área, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da folha de respostas, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:  
*A bênção surge do cuidado; os problemas, do descuido.*

**OBSERVAÇÕES**

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — [www.cespe.unb.br](http://www.cespe.unb.br).
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### QUESTÃO 41

Os materiais sólidos podem ser classificados como metais, cerâmicas e polímeros. Adicionalmente, existem os compósitos, que consistem em combinações de duas ou mais das três classes citadas. Com base nas características e propriedades desses materiais, assinale a opção correta.

- A Os materiais metálicos são compostos por um ou mais elementos exclusivamente metálicos.
- B Os materiais cerâmicos são predominantemente dúcteis e possuem elevada dureza.
- C Os polímeros possuem estruturas moleculares pequenas, normalmente compostas por carbono, hidrogênio e outros elementos não metálicos.
- D Os biomateriais são materiais empregados em componentes implantados no corpo humano e, portanto, podem ser constituídos por quaisquer das referidas três classes de materiais, sem restrições.
- E A meta de projeto de um compósito consiste em se atingir uma combinação de propriedades que não é exibida por qualquer material isolado e, também, incorporar as melhores características de cada um dos materiais componentes.

### QUESTÃO 42

Em alguns materiais, existem diferenças entre suas propriedades, as quais estão diretamente relacionadas às suas estruturas, sejam elas cristalinas ou não cristalinas, ainda que possuam a mesma composição química. Com relação a essa afirmação, assinale a opção correta.

- A Os materiais não cristalinos apresentam o fenômeno da alotropia.
- B São características de uma estrutura cristalina o seu número de coordenação e o parâmetro de rede.
- C Os materiais amorfos são caracterizados por estruturas atômicas ou moleculares relativamente complexas e que só se tornam ordenadas com alguma dificuldade.
- D A maioria dos metais e ligas possui uma estrutura cristalina na qual os átomos apresentam um ordenamento de curto alcance, justificando, em parte, a sua elevada ductilidade.
- E Para uma mesma composição química, os materiais que possuem estrutura cristalina do tipo CCC são normalmente mais facilmente conformáveis do que os que possuem estrutura do tipo CFC.

### QUESTÃO 43

Quanto às propriedades relacionadas aos domínios plástico e elástico dos materiais, assinale a opção correta.

- A O módulo de resiliência é avaliado pela área existente sob a curva tensão-deformação verdadeira.
- B A rigidez é função tanto do módulo de elasticidade do material, quanto da geometria do componente.
- C A inclinação de uma curva tensão-deformação referente à tração, no regime linear, define o módulo de cisalhamento.
- D No caso de materiais frágeis, incluindo as várias cerâmicas, o limite de escoamento, a resistência à flexão e a tensão de fratura são iguais.
- E Para a maioria dos materiais, o limite de escoamento, o limite de resistência, o módulo de elasticidade e a ductilidade diminuem em temperaturas elevadas.

### QUESTÃO 44

Considerando que os arranjos de átomos ou íons em materiais contêm imperfeições ou defeitos, assinale a opção correta.

- A As discordâncias são imperfeições pontuais encontradas em cristais.
- B As maclas interferem no processo de deslizamento e reduzem a resistência mecânica do metal.
- C O par lacuna-interstício que se forma quando um íon salta de um ponto normal da rede para um espaço intersticial é denominado defeito de Schottky.
- D As lacunas desempenham um papel importante na taxa com que átomos ou íons podem se mover ou se difundir em um material sólido, especialmente em metais puros.
- E Os defeitos intersticiais são mais comumente encontrados em estruturas cristalinas com alto fator de empacotamento.

### QUESTÃO 45

Com base nas principais propriedades dos materiais e nas suas aplicações, assinale a opção correta.

- A As vidrocerâmicas possuem resistência mecânica elevada e alto coeficiente de expansão térmica.
- B O fenômeno da piezeletricidade é observado em alguns poucos materiais cerâmicos e metálicos.
- C Os metais refratários são materiais que possuem, na maioria dos casos, temperaturas de fusão e dureza extremamente altas.
- D Em virtude das suas estruturas de bandas de energia eletrônicas, os materiais metálicos podem ser transparentes à luz visível.
- E A magnitude da condutividade térmica nos polímeros independe do grau de cristalinidade, uma vez que os polímeros são considerados isolantes térmicos.

### QUESTÃO 46

Com o conhecimento da natureza das discordâncias e do papel que elas desempenham no processo de deformação plástica, é possível compreender os mecanismos que estão por trás das técnicas usadas para aumentar a resistência e a dureza dos metais e ligas. Acerca desse assunto, assinale a opção correta.

- A Os metais que possuem estrutura HC são, em geral, bastante frágeis.
- B As discordâncias se movem com o mesmo grau de facilidade em todos os planos cristalográficos.
- C Os metais com pureza elevada são quase sempre mais duros e resistentes do que as ligas compostas pelo mesmo metal-base.
- D O encruamento é o fenômeno segundo o qual um metal dúctil se torna mais duro e mais resistente quando é deformado plasticamente a quente.
- E Os metais policristalinos são menos resistentes que os seus equivalentes monocristalinos, o que significa que são exigidas maiores tensões para se iniciar o escoamento.

**QUESTÃO 47**

Com relação à deformação plástica e aos mecanismos de endurecimento dos materiais, assinale a opção correta.

- A Polímeros termoplásticos podem ser endurecidos por trabalho a frio, assim como ocorre nos metais.
- B Devido à sua fragilidade e elevada dureza, as cerâmicas não podem ser encruadas por deformação a frio, apesar de conterem discordâncias.
- C A maior parte da energia aplicada durante a deformação plástica é armazenada como tensão residual dentro da rede cristalina, sob a forma de discordâncias.
- D Em processos de conformação, como a laminação, os grãos se orientam em direções cristalográficas preferenciais, resultando em uma textura.
- E O aumento do tamanho dos grãos, a formação de uma solução sólida e o encruamento são os mecanismos que podem ser usados para aumentar a resistência e endurecer ligas metálicas monofásicas.

**QUESTÃO 48**

No que diz respeito à fratura dos materiais, assinale a opção correta.

- A O processo de fratura envolve a formação e a propagação de trincas em resposta a uma tensão aplicada.
- B O efeito de um concentrador de tensões é mais significativo nos materiais dúcteis do que nos materiais frágeis.
- C Em metais com boa ductilidade e tenacidade, a fratura dúctil ocorre normalmente de forma intergranular, isto é, ao longo dos contornos de grãos.
- D A tenacidade à fratura em deformação plana ( $K_{Ic}$ ) é uma propriedade fundamental dos materiais que depende, principalmente, da temperatura, da intensidade da deformação e da microestrutura.
- E Usando os princípios da mecânica da fratura, a tensão crítica necessária para a propagação de uma trinca em um material frágil é inversamente proporcional à raiz quadrada do módulo de elasticidade do material.

**QUESTÃO 49**

Muitos materiais compósitos são constituídos de apenas duas fases, uma denominada matriz, a qual é contínua e envolve a outra fase, chamada com frequência de fase dispersa. Com base nessa afirmação, assinale a opção correta.

- A O concreto é um tipo de compósito comum com pequenas partículas dispersas.
- B As propriedades dos compósitos são função das propriedades das fases constituintes, de suas quantidades relativas e da geometria da fase dispersa.
- C Nos compósitos endurecidos por dispersão, a fase dispersa deve ser solúvel na matriz.
- D Os compósitos com fibras alinhadas são inerentemente isotrópicos.
- E As respostas mecânicas dos compósitos com fibras contínuas e alinhadas, sob carregamento longitudinal, dependem apenas dos comportamentos tensão-deformação das fases fibra e matriz e das frações volumétricas dessas fases.

**QUESTÃO 50**

Não existem sistemas de medição perfeitos. Aspectos tecnológicos fazem que qualquer sistema de medição construído resulte em imperfeições. Acerca dessa afirmação, assinale a opção correta.

- A Erro relativo de medição é o resultado de uma medição menos o valor real do mensurado.
- B Temperatura ambiente e frequência de uma voltagem alternada são exemplos de grandeza de influência.
- C O valor que, adicionado algebricamente ao resultado não corrigido de uma medição, compensa um erro aleatório considerado é denominado correção.
- D A medida da precisão usualmente é expressa em termos da imprecisão e computada como a diferença dos resultados dos testes.
- E Os resultados de testes independentes são obtidos de maneira não influenciada por qualquer resultado prévio sobre o mesmo objeto de teste ou similar, nos quais medidas quantitativas de precisão independem das condições estipuladas.

**QUESTÃO 51**

De acordo com a ABNT e com relação aos instrumentos de medição, assinale a opção correta.

- A Ajuste e aferição são sinônimos.
- B Derivação pode ser definida como a variação instantânea com o tempo de uma característica metrológica de um instrumento de medição.
- C A operação destinada a fazer que um instrumento de medição tenha desempenho compatível com o seu uso é chamada de calibração.
- D Resolução é a expressão quantitativa da capacidade de um dispositivo indicador permitir uma distinção significativa entre dois valores quaisquer da grandeza indicada.
- E São exemplos de características para instrumentos, equipamentos ou métodos de medição: incerteza no uso, estabilidade, faixa, resolução, repetitividade, reprodutibilidade e habilidade do operador.

**QUESTÃO 52**

Assinale a opção correta com relação aos padrões de medição e materiais de referência.

- A O padrão nacional em um país é, frequentemente, um padrão secundário.
- B Material de referência é um material ou substância dos quais uma ou mais propriedades são estabelecidas para serem usadas para a aferição de um aparelho, avaliação de um método de medição ou atribuição de valores.
- C Rastreabilidade é uma propriedade do resultado de uma medição pela qual esta pode ser relacionada com outras medições realizadas por um mesmo instrumento, por meio de uma cadeia de comparações.
- D Padrão é a medida material, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição que definem ou reproduzem a melhor estimativa de um resultado de medição para o instrumento em particular.
- E São exemplos de padrão de medição a massa padrão de 1 kg, o bloco padrão e o volume-padrão de 1 litro.

**QUESTÃO 53**

Características de um processo de medição podem ser quantificadas por parâmetros estatísticos relacionados ao valor médio e à dispersão. São eles:

- A** a tendência, a estabilidade, a rastreabilidade, a repetitividade e a reprodutibilidade.
- B** a tendência, o desvio linear da tendência, a estabilidade, a repetitividade e a derivação.
- C** o desvio linear da tendência, a repetitividade, a derivação, a estabilidade e a rastreabilidade.
- D** a repetitividade, a estabilidade, a tendência, o desvio linear da tendência e a reprodutibilidade.
- E** a repetitividade, a estabilidade, a tendência, o desvio linear da tendência, a rastreabilidade e a reprodutibilidade.

**QUESTÃO 54**

Na implementação de um sistema de qualidade de laboratórios para o controle de um processo de medição e calibração, o fornecedor deve assegurar que o desempenho do processo de medição esteja dentro dos limites de incerteza requeridos. Para tanto, os laboratórios devem atender a alguns requisitos, como

- A** sistema de gestão, auditoria interna e rastreabilidade da medição.
- B** ação preventiva, segurança e regulamentos sobre a operação de laboratórios.
- C** análise da existência de recursos do laboratório para o atendimento dos requisitos da direção.
- D** qualidade dos serviços de ensaios e calibrações, não se permitindo a subcontratação de serviços.
- E** aprimoramento contínuo da eficácia do sistema de gestão por meio da política da qualidade, auditoria, análise crítica pelos clientes e ação preventiva.

**QUESTÃO 55**

Em algumas situações, os materiais são colocados em serviço a temperaturas elevadas e estão sujeitos a tensões térmicas variáveis, com ou sem tensões de origem mecânica de uma fonte externa. A falha, sob tais circunstâncias, é denominada

- A** fluência.
- B** fratura dúctil.
- C** fratura frágil.
- D** fadiga térmica.
- E** falência.

**QUESTÃO 56**

Um padrão de controle pode ser definido como um dispositivo que é similar em tipo aos itens que estão sendo medidos pelo processo de medição a ser controlado. Dessa forma, a frequência de monitoração das medições do padrão de controle depende

- A** da quantidade de controle, do grau de garantia requerida, da habilidade do operador e da resolução.
- B** do grau de garantia requerida, da quantidade de controle, da estabilidade do processo e da resolução.
- C** da quantidade de controle, do grau de garantia requerida, da estabilidade do processo e do grau de criticidade da incerteza de medição.
- D** do grau de garantia requerida, da estabilidade do processo, da resolução e do grau de criticidade da incerteza de medição.
- E** da quantidade de controle, da estabilidade do processo, da habilidade do operador e do grau de criticidade da incerteza de medição.

**QUESTÃO 57**

Número de coordenação igual a 12 e fator de empacotamento igual a 0,74 são características dos elementos

- A** Al, Fe( $\alpha$ ), Nb, Cd.
- B** Cu, Ni, W, Zn.
- C** Ag, Mo, Cr, Pb.
- D** Co, Au, Mg, Ti.
- E** V, Pt, Mn, Sn.

**QUESTÃO 58**

Acerca da deformação plástica e do mecanismo de endurecimento dos materiais, assinale a opção correta.

- A** As discordâncias representam o principal defeito nas cerâmicas policristalinas sinterizadas.
- B** A desordem atômica na região de um contorno de grão resulta em uma descontinuidade no plano de escorregamento de um grão para outro.
- C** A precipitação de partículas incoerentes é mais eficiente para o aumento de resistência do que a precipitação de partículas coerentes.
- D** A microestrutura de Widmanstätten tem uma aparência característica semelhante a agulhas, que, de forma geral, dificulta a nucleação de trincas.
- E** Uma das quatro condições que devem existir para que uma liga metálica possa endurecer por precipitação é a solubilidade decrescente da liga na fase sólida com o aumento da temperatura.

**QUESTÃO 59**

Alguns dos fenômenos explicados pelas teorias do estado sólido estão relacionados com o magnetismo. Com relação às propriedades magnéticas dos materiais, assinale a opção correta.

- A Todos os materiais são diamagnéticos.
- B A suscetibilidade magnética de um material diamagnético é maior que zero.
- C As formas das curvas de histerese magnética independem da orientação cristalográfica.
- D Os materiais magnéticos duros possuem pequenos ciclos de histerese e baixas perdas de energia.
- E Para os materiais ferromagnéticos e ferrimagnéticos, a magnetização de saturação aumenta gradualmente com a temperatura até a temperatura de Curie.

**QUESTÃO 60**

Com relação aos polímeros, assinale a opção correta.

- A O poliestireno possui temperatura de transição vítrea bem mais baixa que o polietileno.
- B A baquelite é um dos termoplásticos mais comuns, normalmente empregados como revestimento.
- C Os elastômeros típicos são polímeros amorfos que possuem alta temperatura de transição vítrea.
- D Na maioria dos termoplásticos fundidos, a viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de cisalhamento no estado estacionário.
- E De forma similar ao conceito de compósitos, as cadeias de adição lineares compostas de dois ou mais tipos de moléculas podem ser combinadas para formar os copolímeros.

**QUESTÃO 61**

Com o intuito de garantir a qualidade do processo de medição de um laboratório, algumas atividades de controle devem ser executadas com base nos fatores metrologista, procedimento, equipamento e meio ambiente que estão relacionados, respectivamente, a

- A programa de treinamento, qualificação, calibração e monitoramento.
- B monitoramento, distribuição, calibração e adequação das instalações.
- C qualificação, arquivamento, rastreabilidade e adequação das instalações.
- D levantamento das necessidades, distribuição, monitoramento e adequação das instalações.
- E aprovação da pessoa competente, levantamento das necessidades, calibração e monitoramento.

**QUESTÃO 62**

Com relação à expressão da incerteza de medição, assinale a opção correta.

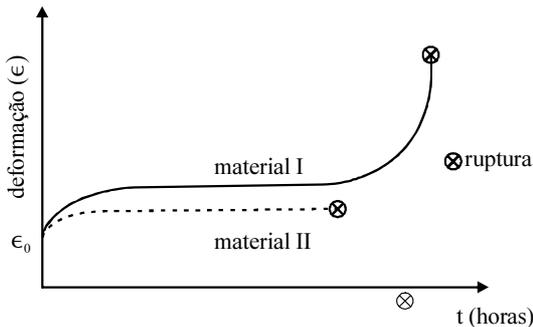
- A Para uma variável sistemática, o desvio padrão pode ser utilizado como uma medida da dispersão de valores.
- B Em um gráfico, a incerteza de cada ponto experimental é expressa na forma de um círculo cujo centro é a melhor estimativa da medida.
- C Quando o erro aleatório calculado for nulo, tanto em medidas diretas quanto indiretas, o resultado da medida deverá ser seu valor médio.
- D A propagação dos erros de medidas indiretas é realizada somando-se os erros das medidas originais, independentemente da relação entre as grandezas medidas.
- E Descontados os erros grosseiros e sistemáticos, as diferenças entre os valores das medidas são atribuídas aos erros aleatórios, os quais podem ser determinados por meio do erro absoluto ou do desvio padrão.

**QUESTÃO 63**

Quanto à deformação plástica dos metais, assinale a opção correta.

- A O embarreiramento das discordâncias é a principal causa da deformação plástica.
- B São grandes as deformações plásticas sofridas pela rede cristalina devidas ao processo de maclação.
- C Independentemente da condição termodinâmica do material, para processos industriais de conformação plástica (efeito prático), a tensão de escoamento deve ser determinada a partir de um ensaio de tração.
- D Os planos de deslizamento são suficientemente rígidos (não deformáveis) e, pelo fato de guardarem uma maior distância entre si, oferecem uma menor resistência ao cisalhamento.
- E Os defeitos presentes em um cristal devem interagir durante a deformação plástica, dificultando o cisalhamento entre planos, o que justifica, em parte, as diferenças entre valores de tensão teóricos e os observados na prática.

## QUESTÃO 64



Considerando os resultados dos ensaios de fluência de dois materiais apresentados na figura acima, e sabendo que, para realizar os dois ensaios, foi aplicada uma carga constante, sob temperatura também constante, é correto afirmar que o material

- A I é o mais resiliente e não se pode afirmar qual é o mais dúctil.
- B I é o mais dúctil e, portanto, o mais resiliente.
- C I é o mais dúctil e não se pode afirmar qual é o mais resiliente.
- D II é o mais dúctil e, portanto, o mais resiliente.
- E II é o mais dúctil e não se pode afirmar qual é o mais resiliente.

## QUESTÃO 65

Considerando que a fadiga é uma forma de falha que ocorre em estruturas que estão sujeitas a tensões dinâmicas e oscilantes, como pontes, aeronaves e componentes de máquinas, assinale a opção correta.

- A A falha por fadiga é caracterizada por três etapas distintas: a iniciação da trinca, a propagação da trinca e a falha final.
- B As trincas associadas a falhas por fadiga quase sempre se iniciam no interior de um componente, em algum ponto concentrador de tensões.
- C A região de uma superfície de fratura que se formou durante a etapa de propagação de uma trinca pode ser lisa ou estriada.
- D Sempre que há a presença de trincas existe o risco de o componente se fraturar, uma vez que a velocidade de propagação da trinca é muito alta.
- E O comportamento em fadiga de materiais de engenharia é altamente sensível a algumas variáveis, tais como a geometria da peça e o nível médio de tensão, mas praticamente independe do ambiente.

## QUESTÃO 66

Considerando que o material utilizado em um implante odontológico tem a peculiaridade de aumentar o risco de processo inflamatório, a qual pode comprometer a prótese, assinale a opção correta.

- A O referido material não fica em contato apenas com o tecido ósseo, pois parte dele fica exposto ao meio bucal, fato que facilita a infiltração de bactérias.
- B Por gerar um aumento do osso alveolar, o material em questão causa o processo inflamatório.
- C O aumento no volume do osso alveolar tem como consequência o comprometimento da mastigação, da dicção e da estética, gerando inflamação.
- D O volume reduzido de dimensão provoca menor proteção da região pulpar, ocasionando a infiltração de bactérias.
- E Como o contato da prótese é feito no tecido intraósseo, devido à mastigação, gera-se a inflamação no dente por causa da exposição pulpar.

## QUESTÃO 67

A utilização crescente de biomateriais metálicos para confecção de implantes dentários e próteses ortopédicas decorre em parte do aumento da expectativa de vida da população e do aumento de acidentes traumáticos. Os biomateriais utilizados clinicamente induzem diferentes respostas do tecido e, em função do tipo de interface tecido-implante desenvolvida, podem ser classificados em bioinertes ou bioativos.

J. M. V. Almeida *et al.* In: *Revista brasileira de engenharia biomédica*, v. 18, n.º 3, p. 133-9, set.-dez/2002 (com adaptações).

Tendo o texto acima como referência inicial, assinale a opção correta.

- A Na osteointegração, ocorre uma conexão indireta e funcional do osso, estruturado e vivo, com o corpo do implante, submetido à carga funcional, com a interposição de tecido fibroso.
- B Os materiais bioinertes ou biotoleráveis são aqueles que interagem com o meio biológico, isto é, não sofrem rejeição e durante toda a vida do implante mantêm suas propriedades físicas e mecânicas.
- C Os materiais bioativos não interagem com os tecidos adjacentes, entretanto podem desenvolver ligações químicas.
- D Quando um biomaterial permite um crescimento sustentado do osso vizinho na sua superfície, observando-se contato direto osso-material, tem-se o fenômeno da osteointegração.
- E Os biomateriais empregados em implantes endósseos são feitos sempre em titânio ou ligas de titânio.

## QUESTÃO 68

O uso dos recobrimentos de hidroxiapatita, em implantes metálicos, permite associar a resposta biológica favorável destes materiais às excelentes propriedades mecânicas dos metais. Nesse tipo de implante a hidroxiapatita

- A favorece o aumento do tempo de cicatrização devido às propriedades mecânicas que gera.
- B retarda a formação de osso novo ao redor do implante.
- C é considerada um material osteocondutor.
- D pode aumentar o tempo total de tratamento já que deve ser reaplicada regularmente.
- E atua como um bioativo do grupo dos fosfatos de potássio.

## QUESTÃO 69

O aumento da demanda de implantes ortopédicos e dentários tem provocado um grande interesse por parte dos cientistas, que sentem a necessidade de um contínuo crescimento tecnológico nessa área. Um resultado importante desse avanço tecnológico é o recobrimento de superfícies de implantes. Com relação a recobrimentos, assinale a opção correta.

- A O processo de recobrimento normalmente utilizado é o *spray*-hidróxido.
- B A origem do recobrimento é fundamental para as interações entre o conjugado metal-recobrimento e o tecido vivo com o qual o implante entrará em contato.
- C O interesse em utilizar recobrimentos com materiais bioativos é principalmente o de promover a reutilização da prótese a curto prazo.
- D O recobrimento é útil para que as aplicações sujeitas a esforços mecânicos elevados tenham uma técnica operatória de sucesso sem causar desgastes durante o processo de fixação.
- E A aderência do recobrimento determina sua permanência, enquanto o tecido ósseo adjacente se regenera, garantindo o estabelecimento da interface contínua tecido-implante.

**QUESTÃO 70**

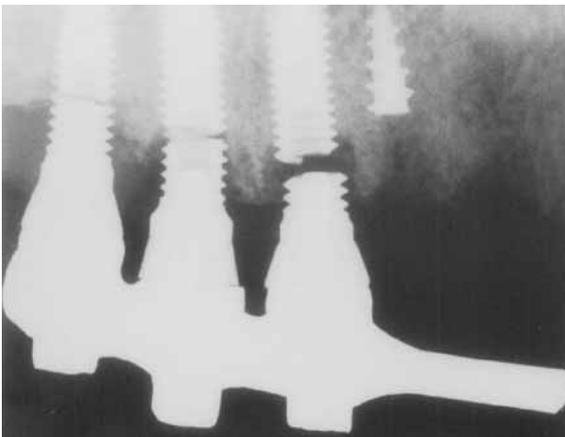
Uma prótese de qualidade é feita para durar, em média, entre doze e vinte anos, dependendo do material empregado na sua fabricação. A medida de qualidade é feita por meio da aplicação do processo de controle de qualidade, o qual atua na análise da matéria-prima, processos de transformação, produção, gravação, embalagem, esterilização, rotulagem, armazenagem e transporte. São consequências de implantes sem qualidade

- A o desgaste tardio, a quebra do material e a coesão com fluido humano.
- B o desgaste tardio, a fadiga do material e a infecção causada.
- C o desgaste tardio, a baixa qualidade do material e a metalose.
- D o desgaste precoce, a vida útil do material e a coesão com o fluido humano.
- E o desgaste precoce, a quebra do material e a metalose.

**QUESTÃO 71**

Assinale a opção que apresenta a sequência correta dos ensaios mecânicos para avaliação de materiais a serem usados em implantes dentários.

- A torque, pressão e fadiga
- B torque, compressão e fadiga
- C momento, dilatação e presença de cavaco
- D momento, compressão e pressão
- E fadiga, dilatação e pressão

**QUESTÃO 72**

Elias, Ducos e Andrade. Análise da fratura de implante. In: Revista brasileira de implantodontia, out.-dez./2006, p. 5-8 (com adaptações).

A figura acima mostra um material de implante dentário que sofreu um processo de fratura. Para se avaliar a resistência desse material à fratura deveria ter sido empregado o ensaio

- A mecânico.
- B de biocompatibilidade.
- C de manuseio.
- D de tratamento de superfície.
- E de análise da morfologia.

**QUESTÃO 73**

Assinale a opção que apresenta a classificação completa dos biomateriais quanto à resposta biológica.

- A bioativos, porosos, reabsorvíveis e biocompatíveis
- B porosos, absorvíveis, biocompatíveis e com citotoxicidade
- C bioinertes, bioativos, porosos e reabsorvíveis
- D bioativos, porosos, reabsorvíveis e com citotoxicidade
- E reabsorvíveis, biocompatíveis, com citotoxicidade e absorvíveis

**QUESTÃO 74**

Há muitos anos que os materiais bioabsorvíveis vêm sendo usados em medicina. Eles se tornaram amplamente conhecidos na década de 70 do século XX, com a introdução de material de costura autodissolvente em cirurgia. Os polímeros (polilático, PLA) embasados em ácido lático são degradados pelo metabolismo do corpo. Em comparação com os implantes de metal convencionais, os implantes de material absorvível oferecem grandes vantagens. A respeito dessas vantagens, assinale a opção correta.

- A Os raios X pós-operatórios e imagens de tomografia computadorizada apresentam sombra, facilitando o monitoramento do processo curativo.
- B Os implantes biologicamente degradáveis tornam mais lento o processo curativo, já que o osso assume o esforço mecânico gradativamente ao longo do processo de degradação do implante.
- C Ocorre perda de substância óssea devido à blindagem de esforço, o que é necessário para uma boa aceitação do implante.
- D Dependendo da base do material, a degradação *in vivo* leva desde uns poucos meses até três anos, o que torna redundante uma segunda intervenção, que, de outra maneira, seria necessária para retirada dos implantes de metal.
- E A presença de material absorvível retarda o processo de crescimento do tecido, ao levar mais tempo o processo curativo, tornando-o mais seguro e eficaz.

**QUESTÃO 75**

Em pesquisa de uso clínico dentário realizada por Brånemark, em 1986, foram classificados como os principais fatores responsáveis pela obtenção da osteointegração

- A a ferramenta cirúrgica, o volume dos implantes, a qualidade do tecido receptor, a biocompatibilidade do material de implante e o projeto do implante.
- B a técnica cirúrgica, o peso transferido aos implantes, a qualidade do implante, a biocompatibilidade do material de implante e o projeto do implante.
- C a ferramenta cirúrgica, a carga transferida aos implantes, a qualidade do implante, a citotoxicidade do material de implante e o projeto do implante.
- D a ferramenta cirúrgica, o peso transferido aos implantes, a qualidade do tecido receptor, a biocompatibilidade do material de implante e o projeto do implante.
- E a técnica cirúrgica, a carga transferida aos implantes, a qualidade do tecido receptor, a biocompatibilidade do material de implante e o projeto do implante.

### Texto para as questões 76 e 77

A tabela abaixo apresenta um paralelo entre as características dos materiais metálicos para implantes ortopédicos.

	aço inoxidável	ligas de Co	Ti e ligas de Ti
denominação	ASTM F-138 (‘316 LDVM’)	ASTM F-75 ASTM F-799 ASTM F-1537 (fundido e trabalhado)	ASTM F-67 (ISO 5832/II) ASTM F-136 (ISO 5832/II) ASTM F-1295 (fundido e trabalhado)
principais elementos de liga (% em peso)	Fe (bal.) Cr (17-20) Ni (12-14) Mo (2-4)	Co (bal.) Cr (19-30) Mo (0-10) Ni (0-37)	Ti (bal.) Al (6) V (4) ou Nb (7)
vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• disponibilidade</li> <li>• beneficiamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resistência ao desgaste</li> <li>• resistência à corrosão</li> <li>• resistência à fadiga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biocompatibilidade</li> <li>• resistência à corrosão</li> <li>• resistência à fadiga</li> <li>• menor módulo de elasticidade</li> </ul>
desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comportamento durante longo tempo de aplicação</li> <li>• alto módulo de elasticidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alto módulo de elasticidade</li> <li>• problemas de biocompatibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• baixa resistência ao desgaste</li> <li>• baixa resistência ao cisalhamento</li> </ul>
utilização	dispositivos temporários (placas, parafusos e pinos)	fundições dentais e próteses externas	dispositivos de longo tempo ou permanentes como haste femoral, marca-passos e pinos

#### QUESTÃO 76

No que se refere à resposta do material ao meio biológico, assinale a opção correta considerando os dados da tabela apresentada.

- A Não existe informação suficiente para avaliar a resposta ao meio biológico.
- B Os materiais que apresentam melhores respostas são o Ti e as ligas de Ti.
- C Os materiais que apresentam melhores respostas são as ligas de Co.
- D Nenhum material apresenta uma boa resposta ao meio biológico.
- E Todos os materiais possuem respostas iguais ao meio biológico.

#### QUESTÃO 77

A liga Ti-6Al-4V apresenta dois problemas que são objeto de estudos intensos: o seu módulo de elasticidade relativamente alto (110 GPa) comparado ao do osso (17-35 GPa) e os efeitos adversos devido à liberação de íons de elementos considerados tóxicos. A partir dos dados apresentados na tabela, é correto afirmar que essa diferença de módulo de elasticidade

- A causa uma variação na espessura do material, o que encarece o custo do processo de implante.
- B gera a deposição óssea que varia de região para região em função do metabolismo ósseo característico de cada área.
- C promove transferência de tensão suficiente para comprometer o volume necessário do implante e pode levar à exigência de uma revisão cirúrgica.
- D promove uma barreira de tensão que compromete a fixação do implante e pode levar à perda do dispositivo, exigindo uma revisão cirúrgica.
- E promove a melhor fixação do implante, entretanto provoca a necessidade de uma revisão cirúrgica.

#### QUESTÃO 78

A biocompatibilidade é uma propriedade fundamental dos biomateriais, pois é o que define se o material desenvolvido pode ser utilizado em sistemas biológicos, vivos ou não. Diante disso, fica evidente a necessidade de estudos que caracterizem o comportamento desses materiais antes da sua utilização em seres humanos. O teste *in vitro* constitui um sistema válido de análise de resposta celular quanto a

- A pressão, integração e inflamação.
- B estabilidade biomecânica e toxicológica.
- C morfologia, dano, secreção e proliferação.
- D reação da estrutura do implante.
- E potencial de corrosão do material do implante.

#### QUESTÃO 79

Quanto ao teste de biocompatibilidade *in vivo*, assinale a opção correta.

- A Determina a morte, o crescimento e outros efeitos, sobre as células, devido à presença do implante ou seu extrato.
- B Avalia as propriedades que devem estar presentes em um dispositivo para que este possa desenvolver a função de implante desejada.
- C Utiliza as propriedades mecânicas, físicas, químicas e biológicas para avaliar e verificar se o implante desempenha sua função.
- D Avalia efeitos da substituição e recuperação de partes do corpo humano por materiais do tipo metálico, polimérico, cerâmico ou compósito.
- E Avalia efeitos patológicos locais sobre o tecido vivo, tanto no nível macro como no microscópico, da amostra ou produto final que é implantado cirurgicamente ou introduzido no tecido ou região de interesse.

**QUESTÃO 80**

A Organização Internacional de Padronização (International Organization for Standardization) é a entidade responsável por diversas padronizações e normas técnicas a serem seguidas mundialmente e pela elaboração do guia de avaliação do comportamento biológico de dispositivos médicos e odontológicos. Assinale a opção que apresenta a norma pertinente a testes com biomateriais.

- A ISO 90002-1
- B ISO 10993-1
- C ISO 11000-2
- D ISO 10900-0
- E ISO 96070-1

**QUESTÃO 81**

Com relação à resistência de biomateriais a fratura, assinale a opção correta.

- A Um biomaterial deve ser resistente às tensões mecânicas, à corrosão e à fadiga.
- B As características bioativas influem na resposta mecânica de um biomaterial à fratura.
- C Um biomaterial deve ser absorvível para ter melhor resposta à fratura.
- D O osso é altamente sensível à velocidade de aplicação da carga, podendo fraturar se esta for elevada. Logo, a escolha de um biomaterial deve levar em consideração se ele possui a mesma sensibilidade.
- E Um biomaterial deve ter tensão dez vezes superior à tensão obtida no osso a ser implantado.

**QUESTÃO 82**

Assinale a opção que corresponde à resposta inflamatória frente a um biomaterial.

- A assimilação
- B remoção
- C integração
- D rejeição
- E estimulação

**QUESTÃO 83**

A viscosidade é uma das propriedades mais importantes a serem consideradas na seleção de um lubrificante, pois este deve ser suficientemente viscoso para manter uma película protetora entre as peças em movimento relativo e para oferecer resistência suficiente ao movimento entre as peças. A viscosidade é

- A a lubrificação do movimento que um fluido apresenta sob determinada temperatura.
- B a variação que um fluido apresenta sob determinada temperatura.
- C o ponto de fluidez que um fluido apresenta sob determinada temperatura.
- D o ponto de fulgor que um fluido apresenta sob determinada temperatura.
- E a resistência ao movimento que um fluido apresenta sob determinada temperatura.

**QUESTÃO 84**

A cor dos óleos não tem relação direta com as características lubrificantes nem com a viscosidade — um óleo mais claro não é necessariamente menos viscoso. O método mais usual entre vários empregados para a determinação de cor é o ASTM - 1500. Assinale a opção que apresenta a descrição correta desse método.

- A Uma amostra líquida é colocada no recipiente de teste e, após utilizar-se uma fonte de luz, essa amostra é comparada com discos de vidro colorido que variam de 0,5 a 8,0. Nessa situação, quando não é encontrada uma equivalência exata e a cor da amostra fica entre duas cores padrão, relata-se a mais alta na faixa.
- B Um litro do líquido é colocado no recipiente de teste e, após utilizar-se uma fonte de luz, essa amostra é comparada com discos de vidro colorido que variam de 5,0 a 8,0. Nessa situação, quando não é encontrada uma equivalência exata e a cor da amostra fica entre duas cores padrão, relata-se a mais alta na faixa.
- C Uma gota líquida é colocada no recipiente de teste e, após utilizar-se uma fonte de luz, essa amostra é comparada com discos de vidro colorido que variam de 5,0 a 8,0. Nessa situação, quando não é encontrada uma equivalência exata e a cor da amostra fica entre duas cores padrão, relata-se a mais baixa na faixa.
- D Uma amostra líquida é colocada no recipiente de teste e, utilizando-se lâmpada comum, essa amostra é comparada com discos de vidro colorido que variam de 0,5 a 8,0. Nessa situação, quando não é encontrada uma equivalência exata e a cor da amostra fica entre duas cores padrão, relata-se a mais baixa na faixa.
- E Uma amostra sólida é colocada no recipiente de teste e, após utilizar-se uma fonte de luz, essa amostra é comparada com discos de vidro colorido que variam de 5,0 a 8,0. Nessa situação, quando não é encontrada uma equivalência exata e a cor da amostra fica entre duas cores padrão, relata-se a mais alta na faixa.

**QUESTÃO 85**

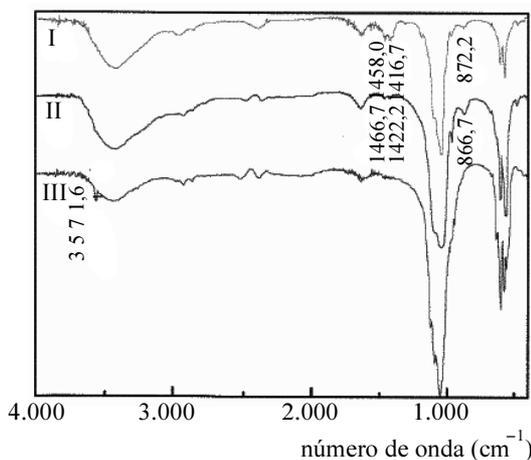
O método mais conveniente e rápido para identificação de fases cristalinas de sólidos é a

- A metalografia.
- B microanálise.
- C difração de raios X.
- D microscopia óptica.
- E microscopia eletrônica de varredura.

**QUESTÃO 86**

A microscopia eletrônica de varredura é uma técnica que possibilita

- A a determinação da área superficial das amostras e da quantidade de interação intermolecular.
- B a análise de detalhes da estrutura microscópica de superfícies de fratura dos corpos e a grandeza dos microporos presentes.
- C a análise dos espectros na região do infravermelho, os quais geram diferentes modos de vibração dos grupos funcionais de um composto.
- D a análise de detalhes da estrutura macroscópica das regiões dos compostos.
- E a análise das fases cristalinas de sólidos, caracterizando a substância utilizada e as posições das linhas da amostra.

**QUESTÃO 87**

E. Y. Kawachi. Fosfato de cálcio: porosidade, cristalinidade, potencial de interface e o comportamento in vivo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, p. 37.

A figura acima, que mostra os resultados experimentais colhidos das amostras I, II e III, representa

- A micrografias.
- B raios X.
- C diâmetro dos poros.
- D espectros na região do infravermelho.
- E porograma.

**QUESTÃO 88**

As forças aplicadas durante uma caminhada variam consideravelmente em cada etapa do movimento. É importante lembrar que o atrito proveniente da movimentação nas próteses das articulações é minimizado por

- A lubrificação por um fluido sinovial viscoso.
- B atuação das cargas mecânicas compressivas.
- C presença das tensões biomecânicas.
- D presença de tecidos adjacentes.
- E material que constitui a prótese.

**QUESTÃO 89**

O líquido sinovial

- A promove a adaptação da articulação e aumenta a viscosidade da cartilagem articular.
- B promove a diminuição da viscosidade da articulação e a biomecânica do implante e nutre a cartilagem articular.
- C promove a lubrificação da articulação, a neoformação e a osteointegração.
- D promove a desmineralização e a desproteínização da cartilagem articular.
- E promove a lubrificação da articulação e o amortecimento de impactos e nutrir a cartilagem articular.

**QUESTÃO 90**

A lubrificação das superfícies em contato é fator importante na redução do desgaste, pois uma articulação metálica seca sofre duas vezes mais atrito e cem vezes mais desgaste do que quando conta com a presença de fluidos orgânicos. As características do lubrificante são fatores importantes no processo, porém não há como alterá-lo. Para interferir nesse processo e deixá-lo eficaz, é preciso obter

- A uma viscosidade ideal.
- B um espaçamento ideal.
- C um peso do implante ideal.
- D uma biomecânica ideal.
- E um implante ideal.

**QUESTÃO 91**

Densa e policristalina, destaca-se em função da combinação de suas propriedades de alta resistência ao desgaste, boa biocompatibilidade (bioinerte), baixo ângulo de molhamento — o que lhe permite uma melhor adsorção de moléculas biológicas que atuam como um filme lubrificante, diminuindo ainda mais o coeficiente de atrito da articulação —, além de elevada resistência à corrosão e alta resistência mecânica à compressão.

H. Alves *et al.* Avaliação da viabilidade de fabricação de componente em cerâmica avançada aplicado como cabeça femoral em próteses de quadril. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Laboratório de Materiais Cerâmicos – LACER, Departamento de Materiais, 1984 (com adaptações).

Assinale a opção que apresenta o material descrito no texto acima.

- A vidro bioativo
- B alumina alfa
- C polímeros
- D hidroxiapatita
- E carbono

**QUESTÃO 92**

Os testes realizados no âmbito das técnicas de caracterização tribológica incluem os testes

- A Tukey e ANOVA.
- B de biocarga e da tesoura.
- C TDLA e DESP.
- D t-Student e Tukey.
- E de nanodureza e microdureza.

**QUESTÃO 93**

Considere que um ensaio de esfera sobre a placa foi conduzido em um equipamento específico de um fabricante qualquer, utilizando o sistema de abrasão tipo dois corpos. Esse equipamento é constituído de um braço que, por sua vez, contém um contrapeso e um suporte de cargas. No braço, logo abaixo do suporte de cargas, está localizado o porta-amostra. A esfera se posiciona sobre dois eixos de rolamento e entra em contato com a placa quando o braço é colocado na posição horizontal e mantido pela carga. O equipamento ainda contém um contador de ciclos digital e um botão de interrupção de ensaio, utilizado nas situações em que o teste não ocorre de maneira esperada ou adequada. Para cada teste executado, primeiramente, faz-se o equilíbrio do braço para que nenhuma força a não ser a da carga utilizada interfira no ensaio. Para a realização desse teste, a amostra tem de ser adequadamente disposta no porta-amostra, devendo, durante o ensaio, manter-se

- A dinâmica.
- B fixa por meio de pinos.
- C livre.
- D estática.
- E ativa.

**QUESTÃO 94**

As propriedades requeridas para aplicações sob carga incluem a

- A bioatividade e a resistência.
- B reabsorbilidade e a fadiga.
- C bioinércia e a resistência ao peso da carga.
- D resistência ao peso e à pressão da carga.
- E resistência a fratura e a fadiga.

**QUESTÃO 95**

O crescente interesse pela engenharia de superfície ocorre em função da

- A demanda por componentes mais resistentes ao desgaste e à corrosão.
- B possibilidade de se criar novos aços.
- C necessidade de se criar peles para implantes.
- D possibilidade de se criar novas ligas.
- E necessidade de se criar novos aços e novas ligas.

**QUESTÃO 96**

Assinale a opção que apresenta um processo da engenharia de superfície para geração de superfícies.

- A cromatografia
- B nitretação
- C oxidação
- D difração
- E microscopia

**QUESTÃO 97**

Os tratamentos de superfície nos implantes buscam alterações significativas nas propriedades mecânicas, térmicas e químicas. As alterações mais procuradas nas propriedades mecânicas incluem

- A diminuição da dureza, da resistência ao desgaste e da força de atrito.
- B diminuição da dureza, elevação da resistência ao desgaste e aumento da força de atrito.
- C elevação da dureza, elevação da resistência ao desgaste e diminuição da força de atrito.
- D elevação da dureza, diminuição da resistência ao desgaste e elevação da força de atrito.
- E elevação da dureza, elevação da resistência ao desgaste e elevação da força de atrito.

**QUESTÃO 98**

Os materiais com boas propriedades tribológicas desenvolvem

- A alta fricção e apresentam baixa inércia física e química e pequena dureza.
- B pequena fricção e apresentam pequena inércia física e química e pequena dureza.
- C alta fricção e apresentam pequena inércia física e química e baixa dureza.
- D pequena fricção e apresentam grande inércia física e química e alta dureza.
- E pequena fricção e apresentam grande inércia física e química e baixa dureza.

**QUESTÃO 99**

Sempre que duas superfícies contíguas se movimentarem, uma contra a outra, ocorrerá desgaste, sendo que este pode ser definido como um prejuízo mecânico a uma ou às duas superfícies, geralmente envolvendo perda progressiva de material. Assinale a opção que corresponde ao método adequado para redução do desgaste das superfícies.

- A polimento
- B laminação
- C aumento da área
- D alteração da fricção
- E lubrificação

**QUESTÃO 100**

As formas elementares de movimento em sistemas tribológicos, ou na combinação deles, incluem

- A deslizamento, laminação, impacto e fluxo (escoamento).
- B força normal, velocidade, temperatura, duração do processo.
- C deslizamento, força normal, impacto e duração do processo.
- D velocidade, laminação, temperatura e fluxo (escoamento).
- E laminação, velocidade, impacto e fluxo (escoamento).

## PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva os textos para o **CADERNO DE TEXTOS DEFINITIVOS DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Em cada questão, qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **trinta** linhas será desconsiderado. Será desconsiderado também o texto que não for escrito na **folha de texto definitivo** correspondente.
- No **caderno de textos definitivos**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

### QUESTÃO 1

O microscópio eletrônico tem potencial de aumento muito superior ao seu congêneres óptico. Foi inventado em 1932 e vem sendo aperfeiçoado desde então. O microscópio eletrônico de varredura (MEV) é um tipo de microscópio eletrônico capaz de produzir imagens de alta resolução da superfície de uma amostra. Devido à maneira com que as imagens são criadas, imagens de MEV têm uma aparência tridimensional característica e são úteis para avaliar a estrutura superficial de uma dada amostra.

Ana Maria Maliska. *Microscopia eletrônica de varredura e microanálise*. Santa Catarina: UFSC, 2004.

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo acerca da utilização da microscopia eletrônica de varredura na caracterização de materiais. Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ princípios e características da microscopia eletrônica de varredura;
- ▶ preparação de amostras (metalografia);
- ▶ microanálise por energia dispersiva (EDS).

**RASCUNHO – QUESTÃO 1**

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	

**QUESTÃO 2**

A implantação de materiais metálicos no corpo humano é hoje mais uma alternativa para restaurar partes danificadas, melhorando a qualidade de vida de vítimas de traumas ou de doenças degenerativas. Essa classe de materiais é denominada biomateriais, os quais podem ser utilizados durante um período indeterminado de tempo, ou não (endopróteses ou implantes), sendo empregados para tratamento, ampliação ou substituição de quaisquer tecidos, órgãos ou funções corporais, como um todo ou como parte integrante de um sistema.

A. Klein, M. C. Fredel e P. A. P. Wendhausen. **Novos materiais: realidade e tendências de desenvolvimento.** In: *Revista Nexus & Instituto Stela*. Santa Catarina UFSC, 2001.

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo acerca da utilização de materiais metálicos em implantes ortopédicos. Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ biomateriais: características e exigências;
- ▶ resposta do material ao meio biológico;
- ▶ corrosão, desgaste e lubrificação.

**RASCUNHO – QUESTÃO 2**

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	

